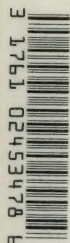
NEDERLANDSCHE TIMOR-EXPEDITIE

1910 - 1912

I

Geologie van het Eiland Letti



Van den Schrijver.

41

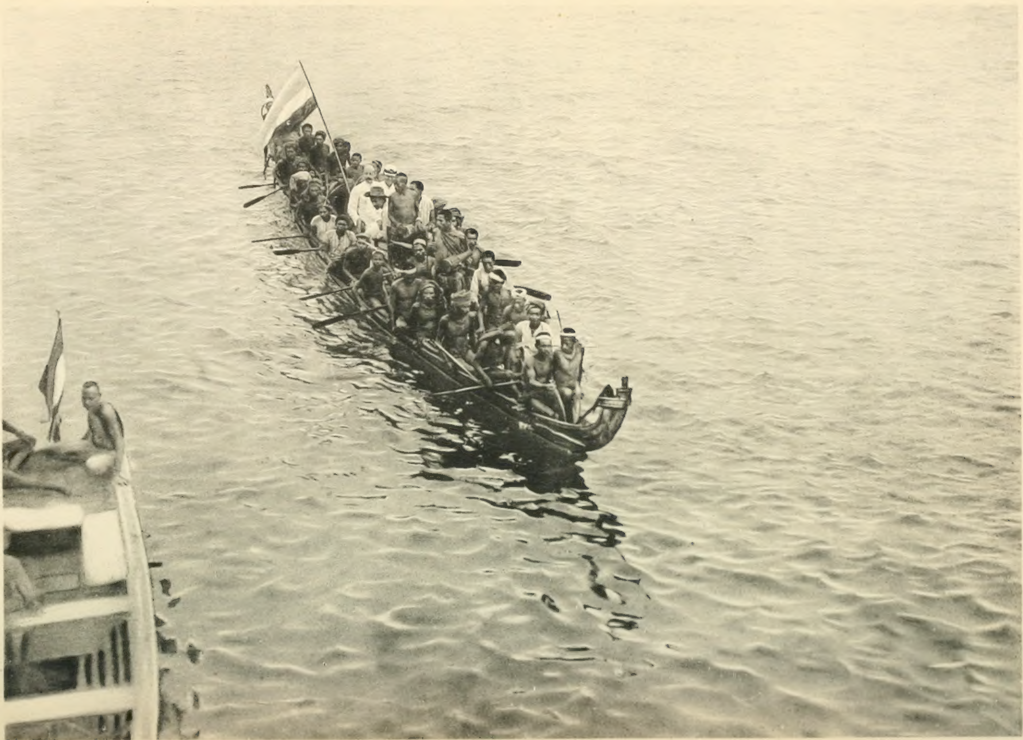
3 Tle + Atlas


Bücherei
J. Wanner
2405


u. verkauft von · Bought

NEDERLANDSCHE TIMOR-EXPEDITIE
1910—1912.

Overgedrukt uit
JAARBOEK VAN HET MIJNWEZEN.
43e Jaargang, 1914.
Verhandelingen, Eerste Deel.



NEDERLANDSCHE TIMOR-EXPEDITIE 1910—1912

I

DE GEOLOGIE VAN HET EILAND LETTI

NAAR ONDERZOEKINGEN TE VELDE

VERRICHT DOOR

H. A. BROUWER EN G. A. F. MOLENGRAAFF

BESCHREVEN DOOR

Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF
Hoogleeraar aan de Technische Hoogeschool te Delft.

MET MEDEWERKING VAN

Prof. Dr. F. BROILI, Hoogleeraar aan de Universiteit te München, Dr. H. A. BROUWER, Ingenieur bij het Mijnwezen in Nederlandsch Indië te Batavia, Dr. B. G. ESCHER, Privaat-docent aan de Technische Hoogeschool te Delft, Dr. C. A. HANIEL †, Dr. R. J. SCHUBERT †.

Met 2 portretten, 25 platen, 8 tekstfiguren en een atlas van 4 kaarten en een blad profielen.

N. V. BOEKHANDEL EN DRUKKERIJ
VOORHEEN E. J. BRILL — LEIDEN
1915.


LIBRARY
MAY 6 1968
UNIVERSITY OF TORONTO

INHOUD.

VOORREDE.

De Nederlandsche Timor-expeditie, bestaande uit den schrijver dezes als leider en de heeren F. A. H. Weckherlin de Marez Oyens en Dr. H. A. Brouwer als leden, welke zich het geologisch onderzoek van het Nederlandsch gedeelte van het eiland Timor en van eenige der omliggende eilanden had ten doel gesteld, heeft dat onderzoek in de laatste maanden van het jaar 1910, in het jaar 1911 en in de eerste maanden van het jaar 1912 uitgevoerd. Zij had het eiland Letti op haar program geplaatst, omdat in de eenige beschrijving, waarin iets van beteekenis omtrent de geologie van een deel van dat eiland wordt medegedeeld, namelijk die van Dr. R. D. M. Verbeek[1]), de meening wordt uitgesproken, dat het een nader geologisch onderzoek zeer zou verdienen.

In het jaar 1911 kwam dit gedeelte van het programma der expeditie tot uitvoering. Dr. H. A. Brouwer en de schrijver kwamen op 20 Februari 1911 des avonds met zonsondergang met de mailboot le Maire op de reede van Sĕrwaroe aan met het voornemen, aan het onderzoek van het eiland Letti veertien dagen te besteden.

Wij hadden met den commandant van het vaartuig der gouvernementsmarine Zeeduif, dat te Koepang gestationeerd was, afgesproken, dat wij na omstreeks veertien dagen zouden worden afgehaald door dat vaartuig, wanneer het zijn gewone rondreis tot approviandeering van eenige vuurtorens zou maken en daarbij, zonder een omweg van beteekenis te maken, het eiland Letti zou aandoen.

Omstandigheden verhinderden, dat die belofte werd vervuld, zoodat wij tot 21 Maart 1911 op het eiland Letti moesten blijven.

1) R. D. M. Verbeek. Molukkenverslag. 144. Leti. Jaarboek van het Mijnwezen. XXXVII. 1908. Wetenschappelijk Gedeelte p. 440—443 en Bijlage XIII fig. 371—375.

Dat stelde Dr. BROUWER in staat een bezoek te brengen aan het naburige eiland Moa, waardoor ook van dat eiland eenige geologische gegevens werden verkregen.

Op het eiland Letti konden wij onzen intrek nemen in het huis van den posthouder P. S. MAKATITA. Het is ons een aangename plicht onzen hartelijken dank te betuigen aan den heer MAKATITA en zijn echtgenoote, die alles hebben gedaan, wat in hun vermogen was, om ons verblijf op het eiland Letti te veraangenamen.

Gedurende eenige dagen kampeerde onze expeditie op het zadel tusschen den G. Emderi en de Javanoea-heuvels, maar zware koortsen, waardoor eenige onzer bedienden werden aangetast, noopten ons dit bivak weer te verlaten.

Het geologisch onderzoek op het eiland Letti is door Dr. BROUWER en den schrijver gemeenschappelijk uitgevoerd. Dr. BROUWER heeft de gesteenten bewerkt, terwijl ik de uitwerking der geologische resultaten voor mijn rekening heb genomen.

Dr. R. J. SCHUBERT te Weenen nam de bewerking der foraminiferen uit verschillende geologische formaties op zich, Dr. C. A. HANIEL te Bonn gaf een beschrijving van eenige ammonieten uit de permische afzettingen, Prof. Dr. F. BROILI te München onderzocht en beschreef de brachiopoden, terwijl Dr. B. J. ESCHER te 's Gravenhage een studie van de verweeringsvormen van den magnesiet maakte.

Prof. Dr. J. C. G. JONKER te Leiden heeft mij de beteekenis en de juiste schrijfwijze van verscheidene Lettineesche woorden en plaatsnamen medegedeeld, en Prof. J. A. GRUTTERINK heeft eenige gesteenten, die niet door BROUWER waren onderzocht, voor mij gedetermineerd.

Aan hen allen breng ik hier mijnen welgemeenden dank voor hun medewerking, maar twee van hen kunnen helaas mijn dankbetuigingen niet meer bereiken; de wreede oorlog rukte Dr. C. A. HANIEL op 29 December 1914 en Dr. R. J. SCHUBERT op 3 Mei 1915 van wie hun dierbaar waren en van de wetenschap weg.

Delft, 20 Juli 1915. G. A. F. MOLENGRAAFF.

GEOGRAFISCHE EN GEOLOGISCHE BESCHRIJVING

DOOR

G. A. F. MOLENGRAAFF.

I. GEOGRAFISCHE EN GEOLOGISCHE BESCHRIJVING.

1. De kaart.

De topografische grondslag van de geologische kaart I, die bij deze beschrijving is gevoegd, is het resultaat van een opmeting, verricht door den korporaal van den topografischen dienst A. Lichtenberg in de laatste week van Februari en de eerste helft van Maart 1911. Er werd vooreerst een meting verricht rondom het eiland in hoofdzaak langs het voetpad, dat op de kaart is aangegeven, en voorts een over het gebergte in de lengteas van het eiland bijna geheel over de hoofdwaterscheiding. Dit laatste gemeten tracé is eveneens op de kaart aangegeven. Afzonderlijk is nog opgenomen de heuvelgroep ten Zuidoosten van Sĕrwaroe, nl. de Emderi, de Javanoea, de Manoepoera, de Oemitinoene en de Jalimera, waarvan de vier laatsten te zamen wel de Javanoeagroep worden genoemd. Ook is het benedenste deel van den loop der rivier Batoe Pajong tot aan het hoogst gelegen koraalterras afzonderlijk opgenomen. Overigens is de kaart van, door de opneming zuiver vastgelegde punten uit, verder ingeschetst, terwijl ook nog gebruik is gemaakt van schetsen van rivieren en paden, door ons bij het geologisch onderzoek met behulp van kompaswaarnemingen en geschatte afstanden samengesteld.

De schaal van de kaart is 1 : 25.000. De isohypsen geven hoogteverschillen van 10 M aan. De isohypsen van 100, 200 en 300 M boven den zeespiegel zijn zwaarder dan de anderen. De eigenlijke kustlijn is ingeschetst en dus in bijzonderheden niet geheel nauwkeurig.

Van de riffen langs de noordkust bestaat een schets op de zeekaart N° 195, uitgegeven in Augustus 1903 door de afdeeling hydrografie van het Ministerie van Marine. Op dit blad komt een schetskaart voor van de noordkust van Letti 1 : 30.000 naar een

opmeting, verricht door Zr Ms Cachelot in het jaar 1859. Die schets komt niet geheel met de werkelijkheid overeen en op de kaart bij dit werk is zij dan ook overgenomen met eenige wijzigingen, zoowel in het verloop van de kustlijn als in dat van de riffen, die ik als verbeteringen beschouw. De riffen nabij Lahoelèlè zijn aangegeven naar een schets, gemaakt van den top van den Woearlawan [1]).

Voor het verkrijgen van een algemeen topografisch en geologisch beeld geeft de kaart al wat daarvoor verlangd moet worden. De geologische gesteldheid is op de gewone wijze op de kaart tot uitdrukking gekomen en een verklaring der gebruikte teekens en afkortingen is er op aangebracht. Bij de profielen is de vertikale schaal dezelfde als de horizontale. Ik meende aan het juiste beginsel, de vertikale schaal niet grooter te maken dan de horizontale, vast te moeten houden, al valt niet te ontkennen, dat bij de geringe hoogte van het eiland, zoo de vertikale schaal grooter gemaakt ware, enkele bijzonderheden beter tot haar recht zouden kunnen zijn gekomen.

De namen zijn op de kaart geschreven, zooals wij die meenden te hooren uit den mond der inlanders, in eenige gevallen zooals die door den opnemer werden gehoord. Dikwijls geven echter verschillende inlanders voor denzelfden berg niet dezelfde namen en ook waren wij dikwijls in twijfel, hoe wij de opgevangen klanken met juistheid in schrift moesten weergeven.

Ook vroegere onderzoekers hebben met deze zelfde moeielijkheden te kampen gehad en dit verklaart, waarom dezen voor hetzelfde punt niet zelden verschillende namen opgeven. Zoo geeft Wertheim aan een der hooge toppen van het gebergte ten Zuiden van Sĕrwaroe den naam van G. Nowalan [2]); Verbeek [3]) zegt, dat deze naam op Letti niet bekend is; ons werd die naam Noelawan (de zeer veelvuldig voorkomende verwisseling van twee medeklinkers is van geen beteekenis) weder zeer stellig voor een der hooge toppen recht ten Zuiden van Sĕrwaroe genoemd en hij is daarom op de kaart aangegeven.

Waar namen een bepaalde beteekenis bleken te hebben, zooals bij

1) Woear = berg, lawan = groot.

2) C. J. M. Wertheim. Verslag van mijne reis naar de Kei-eilanden. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Genootschap, IX, p. 773, 1892.

3) R. D. M. Verbeek. Molukken-Verslag. Jaarboek van het Mijnwezen XXXVII, Wetenschappelijk gedeelte p. 442, 1908.

den Tiomessa of Tio-mesa = alleenstaande lontarpalm en den Woearpipi = geitenberg het geval is, werden deze geschreven overeenkomstig gegevens, mij door Prof. Mr. Dr. J. C. G. JONKER verstrekt.

Toch blijft ook nu nog eenige onzekerheid bestaan omtrent de namen van bergen, rivieren, kampongs etc. op het eiland Letti en hun juiste schrijfwijze.

Een lijstje van de schrijfwijzen van eenige plaatsnamen, door verschillende onderzoekers [1]) gebruikt, volgt hier onder:

Plaatsnamen genoemd, en schrijfwijzen gevolgd door			
VAN HOËVELL 1890	WERTHEIM 1892	VERBEEK 1908	den schrijver
Leti	Letti	Leti	Letti
Kisar	Kisser	Kisar	Kisser
Serwaroe	Serwaroe	Sĕrwaroe	Sĕrwaroe
Batoemeaoe			Batoemejau
Loehoelele			Lahoelèlè
Toetoekei		Toetoekai	Toetoekei
Serai			Sĕrai
Laitoetoen			Laitoetoen
Tombra	Tombra		Tomra
Noewewan			Noewèwan
	Wernim	Wer Mian	Wer Mian
		L. Mataweroe	L. Mataweroe
			= L. Batoe Pajong
		L. Oeplatĕwal	L. Oeplatewal
	G. Javanoea	G. Javanoea	G. Javanoea
	G. Emderi	G. Emderi	G. Emderi
	G. Oboemetiweno	G. Oemitinoen	G. Oemitinoene
	G. Mismooi	G. Mismori	G. Mesmori
	G. Worlawan	G. Werlawan	Woear lawan of Warlawan
	G. Nowalan		G. Noelawan

1) RIEDEL, van wien het mij niet bekend is, of zijn opgaven ontleend zijn aan persoonlijk onderzoek ter plaatse, noemt op het eiland Letti de volgende plaatsnamen:

Kampongs: Serwaroe, Toetoekei, Batoemeau, Serai, Laitoetoen, Leweleli of Loehoeleli, Tombra en Noewewan;

Rivieren: aan de noordzijde Woenoeloran, Oeplatelan, Weatlawan tusschen tandjong Toetpati en Serwaroe, Jorwira en Jojaa bij de negari Seraai; aan de zuidzijde Loklawne en Werloka;

Bergen: Woearlawne, Dadanmera, Jarili, Niawarat, Jaumdawre, Woeraplawas, Josidi, Wawiapoen en Tiomesa;

bovendien het meer Touwlawne ten Zuiden van den Jaumdawre.

De schetskaart van het eiland Letti, door RIEDEL gegeven, wijkt zeer veel

2. Geografie.

A. Algemeen overzicht.

Het eiland Leti of Letti ligt op 40 KM afstand ten Oostnoordoosten van de oostpunt van Timor en zoowel geografisch als geologisch mag het als de oostelijke voortzetting van dat eiland worden beschouwd. Met de eilanden Moa, Lakor, Loeang, Kĕlapa en Sĕrmata vormt het één groep, die wel eens de Letti- of Sĕrmatagroep wordt genoemd.

De lengteas van het eiland Letti (men raadplege bij dit hoofdstuk Kaart I) verloopt in een richting van West ten Zuiden naar Oost ten Noorden; in die richting is het eiland 15.8 KM lang, loodrecht daarop bedraagt de breedte nergens meer dan 7.5 KM.

Nagenoeg in de lengteas van het eiland in vrijwel zuiver oost-westelijke richting verloopt een rug, bestaande uit een aaneenschakeling van afgeronde heuvels, welke noch in het Oosten bij straat Moa, noch aan de uiterste westpunt tot aan zee reikt. Deze heuvelrug vormt de waterscheiding tusschen talrijke kleine riviertjes, die aan de ééne zijde noordwaarts, aan de andere zijde zuidwaarts naar zee afstroomen.



Fig. 1. De hoofdwaterscheiding op het eiland Letti.

De genoemde heuvelrug is niet geheel enkelvoudig, maar bestaat uit twee reeksen, die in het centrale gedeelte van het eiland eenigs-

af van de kaart, die bij dit werk is gevoegd. Een meer werd door ons niet op het eiland aangetroffen. (Zie J. F. G. Riedel. De sluik- en kroesharige rassen tusschen Selebes en Papoea. 's Gravenhage 1886, p. 365 en volg.).

zins over elkaar grijpen. De eene, oostelijke reeks begint op ruim 2 KM afstand zuidwestelijk van Laitoetoen, een kampong gelegen aan de oostpunt van het eiland aan den zuidingang van straat Moa, stijgt snel tot 238 M in den Meroewar, verloopt vandaar in nagenoeg zuiver westelijke richting, en bereikt haar culminatiepunt in den Woearlawan en daarmede tevens haar einde; alleen zouden eenige toppen die zich nog meer westwaarts in haar verlengde van uit de noordelijke glooiing van het gebergte verheffen, als haar westelijke voortzetting mogen worden beschouwd.

De tweede, westelijke reeks begint op ongeveer 2 KM afstand van de uiterste westpunt van het eiland, stijgt door den Boernoewan op naar den Rapat, welke berg 228 M hoog is, verloopt dan in oostelijke richting tot een punt gelegen tegen de zuidwestelijke helling van den Woearlawan, waar zij eindigt en zich tegen de oostelijke reeks aanlegt. In het verloop van de hoofdwaterscheiding (fig. 1) verraden zich deze beide reeksen door het plotseling verspringen van de waterscheiding in meridionale richting bij den Woearlawan.

De eerste heuvelreeks is hooger dan de tweede; zij bevat de twee hoogste bergen van het eiland, den Woearlawan of Warlawan (337 M) [1]) en den Watoepoes, die ongeveer 10 M lager is. Ook is zij de krachtigste en breedste; over een afstand van ongeveer 2 KM van den Woearlawan naar het Oosten is in deze reeks de terreinstrook, boven 200 M gelegen, gemiddeld 1½ KM breed. Tot voorbij den Meroewar blijft de kamhoogte van deze reeks boven 200 M en neemt meer oostwaarts snel af.

De heuvels van de tweede reeks zijn lager; geen enkele top is hooger dan 300 M. Van den Jerpoea en Wokan nabij den Woearlawan tot den Rapat schommelt de kamhoogte van 215 tot 286 M; maar de terreinstrook boven 200 M is slechts hier en daar meer dan een halve kilometer breed; meer westelijk neemt zij geleidelijk in hoogte af, om in den Boernoewan nog 53 M te bedragen, waarna zij in het vlakke kustland verdwijnt.

1) Verbeek geeft als hoogte voor dezen berg, volgens een bepaling uit zee, 410 M, de Siboga-expeditie 428 M, Riedel stelt zijn hoogte op 350 M, terwijl van Eybergen aangeeft, dat de hoogste toppen op Letti zich 250—280 M boven den zeespiegel verheffen.

De hoogste toppen van de oostelijke reeks bestaan in hoofdzaak uit metamorphe gesteenten, schisten en kristallijne kalksteenen, die der westelijke uit phyllieten, grauwacken en schalies.

Van dezen centralen heuvelrug van het eiland Letti stralen verscheidene uitloopers vooral in noordelijke en zuidelijke richting uit. Vermelding verdient een krachtige uitlooper van de westelijke reeks, die van den Rapat in een richting West ten Noorden zich voortzet en in den Woearpipi [1]) ruim 1 KM bewesten van de kampong Noewèwan nagenoeg het zeestrand bereikt. Eveneens trekken de aandacht twee krachtige uitloopers van de oostelijke reeks, die van de Tokmieïrra zuidwaarts en noordwaarts uitstralen. De noordelijke uitlooper verloopt over den Joesoeëlie en den Tiomessa-kam eerst in noordelijke en daarna in noordoostelijke richting en verdwijnt 3 KM ten Westen van Laitoetoen onder een heuvelrand van plistoceenen rifkalk; de zuidelijke uitlooper verbindt eerst in zuidelijke richting de Tokmieïrra met den Oepmiroe, die nog ruim 200 M hoog is en buigt zich daarna naar Oostzuidoost, neemt snel in hoogte af en verdwijnt ongeveer 1 KM ten Westnoordwesten van Lahoelèlè in de kustvlakte. Deze beide uitloopers vormen samen een belangrijke heuvelreeks, die in noord-zuidelijke richting verloopt.

Eenigszins geïsoleerd en slechts door een vrij lagen nek, ruim 80 M hoog, met den centralen heuvelketen samenhangend, ligt de Emderi, een heuvelrug, die nagenoeg van Zuid naar Noord verloopt. Zijn hoogste top ligt 156 M boven den zeespiegel. Noordoostwaarts daarvan ligt nog een vrij belangrijke groep van verhevenheden, de Javanoeaheuvels, welke met den Emderi zoowel geografisch als geologisch nauw samenhangen.

Van uit zee gezien laat zich het algemeene karakter van het heuvelland van Letti het best beoordeelen. Het blijkt dat de heuvels zich vrij steil verheffen uit het omgevende lage terrein, dat, van een afstand gezien, geheel horizontaal schijnt te zijn (zie Pl. I). Geen enkele heuvel onderscheidt zich door een in het oog vallende gedaante, alle zijn afgerond. De stroompjes hebben zich in het heuvelland zelf diep ingesneden in dalen met steile wanden en groot verval.

1) Woear-pipi = geitenberg.

Wat zijn verhouding ten opzichte der erodeerende krachten betreft, maakt het eiland den indruk alsof het eens in een toestand van zeer vergevorderde erosie is geweest, maar dat daarna tot in den laatsten tijd de erodeerende krachten weer gelegenheid hebben gekregen sterker hun invloed te doen gelden; het heuvellandschap vertoont dus een rijp type met verjongde erosie.

Juist hetzelfde leert de ligging der terrassen van rifkalk op en om het heuvelland en langs de kusten; deze toont aan, dat sinds plistoceenen tijd het eiland geleidelijk ten opzichte van den zeespiegel opwaarts is bewogen, en dat deze opheffing zeer waarschijnlijk nog voortduurt.

Het heuvelland van Letti is rondom door een strook vlak land omgeven. Dit is een terrasland, van 8 tot 20 M boven den zeespiegel gelegen, waarvan de ondergrond grootendeels uit rifkalk bestaat (Pl. V).

Aan de zuidzijde van het eiland ligt een aaneengesloten vlakte, die bij de westpunt met een breedte van 1600 M aanvangend zijn grootste breedte, $2^1/_4$ KM, bereikt in het deel van het eiland, dat ten Westen van Tollooi het verst naar het Zuiden uitsteekt, en oostwaarts geleidelijk smaller wordt, totdat bij Lahoelèlè een uitlooper van het gebergte bijna de kust bereikt.

Naar de oostpunt langs straat Moa verbreedt zich de vlakte weer en iets ten Oosten van de kampong Sĕrai aan het pad naar Lahoelèlè is zij 1300 M breed. Westelijk van Sĕrai en vooral tusschen de kampongs Batoemeaoe of Batoemejau en Toetoekei strekken de uitloopers der Javanoea-heuvels zich tot dicht bij zee uit en is de breedte van de kustvlakte onbeduidend.

Iets verder, van Sĕrwaroe af tot even voorbij de L. Dai of Daai, grijpt de kustvlakte weer vrij diep landwaarts in en is zij gemiddeld iets meer dan 1 KM breed. Deze vlakte van Sĕrwaroe (Pl. I), die slechts zeer geleidelijk in het heuvelland overgaat, is de vruchtbaarste en best bebouwde van het geheele eiland. Zij wordt besproeid door de belangrijkste riviertjes van het eiland, de L. Oeplatewal en de L. Mataweroe of Batoe-Pajong. Zij wordt aan alle zijden door vrij aanzienlijke heuvels ingesloten, naar het Oosten door de Emderi, naar het Zuiden door den centralen bergrug, en naar het Westen door de van dien rug tusschen de kampongs Tomra of Tombra en Noewèwan en verder westwaarts uitstralende uitloopers. Tusschen de L. Sikier en de west-

punt van het eiland is de breedte der kustvlakte nergens aanzienlijk.

Op de meeste plaatsen eindigt de kustvlakte zeewaarts in een steilte, die 8 tot 15 M hoog is, aan welke de rifkalk steeds onbedekt te voorschijn komt. Het verloop van dit voornaamste rifterras is op de kaart aangegeven. Ligt deze steilte direct aan het strand, dan is zij door de branding loodrecht afgeslagen of ook wel ondermijnd (Pl. II en III). Op al die plaatsen is het strand dan alleen bij eb begaanbaar. Veelal ligt de steilte, de grens van het benedenste rifkalkterras, op eenigen afstand van het strand en dan ligt tusschen de vloedlijn en den terraswand een strandvlakte, die zich nauwelijks boven de hoogwaterlijn verheft. Even landwaarts van de hoogwaterlijn is dan meestal een stormwal ontwikkeld, die tot twee meters hooger ligt dan de omringende strandvlakte. Op deze stormwallen zijn enkele kampongs gebouwd, zooals bijv. een deel van de kampongs Seran bij Tomra, Noewèwan en Sĕrai bij Batoemejau.

Op vele plaatsen kan men twee rifterrassen boven elkaar onderscheiden, die dan respectievelijk op ongeveer 10 en 20 Meter hoogte liggen.

Niet altijd is de rand van het hoogste terras als een duidelijke steilte in het terrein waarneembaar, zooals bij Toetoekei en in den benedenloop van de Batoe Pajong. Veelal versmelten de beide terrasranden met elkaar tot één steilte, zooals nabij Sĕrwaroe en bij Lahoelèlè, of ook wel is alleen de laagste terrasrand steil tot loodrecht maar is het hoogere terras door een lange zwakhellende glooiing met het lagere verbonden, zooals halfweg Toetoekei en Batoemejau het geval is.

Levende koraalriffen worden vooral langs de noordkust en langs de straat Moa aangetroffen.

Tusschen Tomra en het voorgebergte Toetoekei loopt bij eb het strandrif over een afstand van meer dan een kilometer droog. Langs kaap Toetoekei [1]) is het rif veel smaller, maar bij Batoemejau en oostwaarts daarvan verbreedt het zich weder sterk. Bij Lahoelèlè is het strandrif insgelijks sterk ontwikkeld maar volgens ontvangen inlichtingen en te oordeelen naar het beeld, verkregen van af de toppen der hooge heuvels, is dit verder langs de zuidkust niet het geval.

Tusschen de westpunt en kampong Tomra ontbreken strandriffen

1) Toetoe = kaap.

niet maar zij strekken zich niet zoo ver in zee uit als bij Tomra het geval is.

Waar riviertjes in zee uitmonden, ontbreekt koraalgroei nagenoeg geheel, zoodat daar geulen in het strandrif aanwezig zijn, die het mogelijk maken ook nog met half tij het strand met geladen prauwen vrij dicht te naderen.

Door die strandriffen, wier ligging nog niet geheel nauwkeurig op de zeekaarten is aangegeven, zijn schepen genoodzaakt ver uit den wal op de reede van Sĕrwaroe te ankeren. In den oostmoesson is deze ankerplaats veilig, maar in den westmoesson is de zee op de reede niet zelden zeer onstuimig, zoodat dan alleen in de straat Batoemejau een voldoend veilige ankerplaats voor grootere schepen wordt gevonden.

De riviertjes zijn alle kleine bergstroompjes; slechts enkele maanden van het jaar na langdurige regens, die in December en Januari wel eens voorkomen, voeren zij water tot in zee af. Gedurende ons bezoek in de tweede helft van Februari vonden wij slechts stroomend water in den bovenloop van eenige der grootere riviertjes als de Oeplatewal, de Batoe Pajong en de Tollooi, dus in het heuvelland. Door het graven van putten in de bedding der riviertjes kan men echter in den drogen tijd overal, zelfs tot dicht bij zee, voldoende zoet water krijgen. Op enkele plaatsen zijn in de bedding van enkele kleine riviertjes blijvende gaten, met steenen bemuurd, gegraven, waarin het water zich steeds verzamelt.

Door zulke putten als de Prigi-tiga, de putten bij Tomra enz. wordt aan de behoefte der bevolking aan drinkwater in den drogen tijd voorzien. Waar zulke putten in de nabijheid van kampongs liggen, is het water niet te vertrouwen, daar de beddingen der rivieren en beken nog al eens als de plaatsen worden gebruikt, waar faecaliën worden gedeponeerd. Waar de bevolking water uit zulke putten ongekookt drinkt, is het niet te verwonderen, dat — zooals nu en dan bijv. op Letti het geval is — buikziekten groote sterfte, vooral onder kinderen, te weeg brengen.

Over het algemeen is het eiland Letti niet dicht beboscht. De heuvels van den centralen heuvelrug zijn onbebosсht en slechts met manshooge alang-alang begroeid; op de oostelijke, lagere toppen van den centralen bergrug, vooral die welke uit schalies en grauwacke

bestaan, groeit ijl kajoe-poetih bosch, evenals op eenige uitloopers naar het Noorden, in de richting van Noewèwan. Op enkele heuvels van het Javanoea-gebergte, evenals ook op eenige andere lage heuvels, staan in het hooge gras verspreid lontarpalmen. Eigenlijk samenhangend bosch wordt alleen in de kloven in den bovenloop der riviertjes aangetroffen. In de vlakten vindt men talrijke klapperboomen en nabij de kampongs ook broodboomen en pisang. Djagoengtuinen vindt men uitsluitend in de vlakte en tegen de hellingen van de laagste uitloopers der heuvels.

B. Bevolking.

De bevolking van het eiland Letti komt veel met die van Timor in uiterlijk overeen.

Hoewel ik van haar geen studie heb gemaakt, kreeg ik den indruk dat hetgeen VAN HOËVELL [1]) daaromtrent medegedeeld heeft, ook nog geldt voor hetgeen thans wordt waargenomen.

De door hem genoemde negorijen of kampongs werden ook alle door mij aangetroffen en zijn op de kaart aangegeven n.l. Noewèwan, Tomra of Tombra (Pl. IV) en Sĕrwaroe aan de noordkust, Batoemejau, Sĕrai en Laitoetoen aan straat Moa. Aan de zuidkust liggen echter, behalve Lahoelèlè, nog de kampongs Sapiara, Tioerweni, Tollooi en Loli, welke niet door VAN HOËVELL worden genoemd.

Sedert VAN HOËVELL's bezoek is het schoolwezen vrij sterk uitgebreid [2]) en schijnt ook het Christendom bij de bevolking iets meer

1) G. W. W. C. Baron VAN HOËVELL. Letti-eilanden. Tijdschrift voor Indische Taal-, Land- en Volkenkunde XXIII, pag. 200, 1890.

2) In het jaar 1911 werden de volgende scholen op Letti aangetroffen:

1e te Sĕrwaroe een Gouvernements Inlandsche school der 2e klasse met een hoofdonderwijzer, opgeleid aan de kweekschool te Ambon en 3 hulponderwijzers;

2e te Sĕrai een gesubsidieerde zendingsschool met 2 onderwijzers, 1 goeroe en 1 kweekeling;

3e te Laitoetoen, hetzelfde met 1 goeroe en 1 kweekeling;

4e te Lahoelèlè, hetzelfde met 1 Inlandschen leeraar als hoofd en 1 kweekeling;

5e te Noewèwan hetzelfde met 1 goeroe en 1 kweekeling; en

6e te Tombra hetzelfde met 1 goeroe en 1 kweekeling.

Het voertuig van het onderwijs is Maleisch.

Op Letti vond ik slechts twee personen, die de Nederlandsche taal machtig waren, n.l. den posthouder en den hoofdonderwijzer, beiden te Sĕrwaroe.

ingang te hebben gevonden. Dat daarmede de vrees voor kwade geesten nog niet is uitgeroeid, moge blijken uit het volgende feit, dat gedurende mijn verblijf plaats had.

In de kleine kampong Werdai, gelegen aan den bovenloop van een riviertje dat op eenigen afstand ten Westen van de Oeplatewal in zee uitmondt, werd een man verdacht behekst (swangi) te zijn. De kapala soa of onder-kamponghoofd, CHRISTOFFEL KREAPI [1]) genaamd, een christen, bevreesd voor den slechten invloed der geesten, die in dien man huisden, lokte hem in zijn huis, waar hij eerst acht medeburgers, waaronder ook eenige christenen, had verzameld. Dit negental heeft daarop den verdachte vermoord, door hem gemeenschappelijk te trappen en met een knuppel te bewerken.

Enkele Kissereezen met volmaakt Europeesche gelaatstrekken en Nederlandsche familienamen zijn op Letti gevestigd en zijn daar personen van invloed. Het kamponghoofd van Toetoekei, radja BINNENDIJK, is een Kisserees.

Djajoeng en daarnaast visch en allerlei andere zeedieren, die des nachts bij ebtijd op de droog geloopen gedeelten der koraalriffen bij het loklicht van flambouwen in schepnetjes worden gevangen, maken het hoofdvoedsel der bevolking uit.

Karbouwen zijn talrijk op Letti, zoowel half verwilderd op het centrale gebergte, waar karbouwenpoelen tot op de hoogste toppen worden aangetroffen, als tam in groote kudden, zooals in de vlakte van Batoemejau. Zulk een kudde behoort aan talrijke eigenaars, die hun eigen beesten aan bepaalde snij- of brandmerken herkennen. Varkens en geiten komen over het geheele eiland in tammen en halfwilden staat voor.

De bevolking, die vroeger ten deele op de toppen der heuvels haar kampongs [2]) had aangelegd, woont reeds sedert langen tijd, stellig meer dan honderd jaar, in het vlakke land, en wel voornamelijk aan de kust, waar de kampongs dan meestal op opgeheven koraalriffen zijn gebouwd, waar deze tot een hoogte van 10—12 M

1) Genoemde C. KREAPI was in 1897 door het gouvernement tot kapala soa aangesteld.

2) Volgens VERBEEK lag vroeger de hoofdkampong van het eiland, Kota lama geheeten, op den Emderi. R. D. M. VERBEEK, l. c. p. 441.

met loodrechte kliffen uit zee oprijzen, zooals bijv. de kampongs Toetoekei, Oud-Batoemejau, Tomra en Lahoelèlè (zie Pl. II en III).

Op de plaatsen, waar vroeger de kampongs op de heuvels stonden, worden thans zeeschelpen in groote menigte gevonden, die aanduiden, dat allerlei schelpdieren, evenals hier en daar nu nog het geval is, als voedsel gebruikt werden.

C. Klimaat.

Het klimaat van het eiland Letti komt veel met dat van de kuststreken van het eiland Timor overeen. Het is warm en mag, althans voor den tijd van ons verblijf, Februari tot Maart, zeer warm worden genoemd.

De dag- en nachttemperaturen liggen niet ver uiteen en de temperatuurschommelingen van den eenen dag op den anderen zijn zeer gering, zooals uit het volgende staatje (zie pag. 13) zal blijken, naar waarnemingen verricht te Sĕrwaroe van 21 Februari tot 20 Maart 1911. De gemiddelde minimum-temperatuur bedroeg 24.7°, de absolute minimum-temperatuur 24°; de schommelingen waren uiterst gering en bijna iederen dag werd 24.5° als minimum van den nacht en 24.5 tot 25° als de temperatuur te 5 uur 's morgens afgelezen.

Als gemiddelde maximum-temperatuur werd 32.5° vastgesteld, en dit is tevens het maximum, dat op vele dagen werd waargenomen; 30.5° werd als maximum geconstateerd op 2 Maart, een bij uitzondering zwaar bewolkten dag, en 34° op 12 Maart, een geheel windstillen, bijzonder drukkenden dag.

Gedurende ons verblijf was de windrichting slechts op enkele dagen waarneembaar; meestal was het windstil. Op den nacht van 25 op 26 woei een vrij sterke west tot west-noordwestenwind met onweer en regen, en in den nacht van 26 op 27 een krachtige zuidoostenwind met regen. Op bijna alle andere dagen wisselde volkomen windstilte met zeer flauwe koelte uit Noord, West of Oost. Op de beide laatste dagen van ons verblijf woei het krachtig uit het Westen met hooge zee.

De bewolking was gedurende ons verblijf zeer gering; zelfs bij de zware regenbuien, die op enkele dagen vielen, was de lucht nimmer geheel bewolkt.

Zware onweders zijn zeldzaam. Wel gaan de regenbuien, vooral

Thermometer-waarnemingen
verricht op het eiland Letti van 21 Februari tot 21 Maart 1911.

DATUM	UUR				
	5 a.m.	6	12	2.30	6 p.m.
21 Febr.	—	24.5	30.2	—	27.3
22 »	—	24	30	—	27.2
23 »	—	—	—	—	—
24 »	—	26	30	31	28.2
25 »	—	25.5	31	32	28.5
26 »	—	25	30.5	31	27.5
27 »	24.5	25	31	32	27.1
28 »	25	26	32.5	33.5	26.5
1 Mrt.	—	26	31	32.5	27
2 »	24	24	29.5	30.5	26.5
3 »	—	25	30.2	31.8	26.7
4 »	25	—	30.5	31.7	27
5 »	—	24.5	30.8	32.1	29
6 »	25	—	31	32.2	27
7 »	25	—	30.7	31.9	27
8 »	—	—	—	—	—
9 »	24.5	—	30.3	31.8	26.8
10 »	24	—	30	31.4	27
11 »	—	24.5	29.5	31.1	26.7
12 »	—	26.5	32.3	34	28
13 »	25	—	30	32.2	27
14 »	—	25	29.9	32.1	27.6
15 »	—	25	30.1	32.3	27.7
16 »	—	—	—	—	—
17 »	24.5	—	30.6	32.4	27.4
18 »	25	25.5	30.8	32.5	27.4
19 »	25	27	31.1	32.8	27.5
20 »	25.5	27.4	30.5	32.2	27.3
21 »	—	27	31.8	32.7	27.6

in de maanden November tot Maart, veelal met electrische verschijnselen gepaard, maar de ontladingen hebben meestal in den stapelwolk plaats, die dan, op de heuvels rustend, zich boven het eiland verheft. Gedurende mijn verblijf kon men des avonds in de duisternis over zee aan den gezichtseinder de ligging van de eilanden Timor en Roma, en somtijds ook van Kisser, duidelijk bepalen door de electrische ontladingen in de stapelwolken die boven het berg- of heuvelland van die eilanden lagen.

Opgaven omtrent den jaarlijkschen regenval over een groot aantal jaren ontbreken. De meeste regen valt in de maanden December, Januari en Februari met in sterkte zeer afwisselende maar somtijds krachtige westenwinden. In de maanden Maart en April komen slechts nu en dan plaatselijke buien voor met afwisselende winden. In de maanden Mei en Juni valt weinig tot tamelijk veel regen met zwakke oostenwinden, terwijl in de maanden Juli tot September de oostenwind krachtiger en de regenval zeer onbeduidend is; in October en November, niet zelden ook reeds in September, komen weer afwisselende winden voor met plaatselijke buien. Uit de ongeregelde vroegere waarnemingen en uit de geregelde der laatste jaren mag men opmaken, dat zoowel het jaarcijfer van den regenval als in meerdere mate het maandcijfer aan groote schommelingen onderhevig is. Het laatste blijkt o. a. reeds uit het volgende staatje van regenwaarnemingen, verricht door den posthouder S. J. Makatita te Sĕrwaroe van 1 October 1909 tot 1 Maart 1911:

	Aantal regendagen	Hoogste regenval in mM op één dag (met datum)	Laagste regenval op één regendag (met datum)	Totaal aantal millimeters
1909				
October	0	0	0	0
November	5	46 (24)	2 (29)	96
December	10	39 (1)	1 (8)	111
1910				
Januari	14	34 (30)	1 (10, 12)	136
Februari	13	39 (16)	1 (28)	185
Maart	7	10 (10)	1 (18)	31
April	21	84 (9)	2 (18, 20)	503
Mei	11	63 (19)	1 (13, 15)	113
Juni	7	22 (20)	2 (12)	64
Juli	6	28 (14)	1 (20)	60
Augustus	9	9 (8)	1 (14, 16)	24
September	2	36 (5)	35 (4)	71
October	13	47 (26)	2 (7, 9)	207
November	13	57 (20)	1 (5)	246
December	17	108 (9)	1 (27)	443
1911				
Januari	10	42 (27)	1 (17, 26, 31)	128
Februari	6	62 (7)	2 (25)	98

Cyclonen komen nu en dan in den kentertijd voor. Zoo werd het eiland Letti op 30 April van het jaar 1908 zwaar door een cycloon geteisterd, hoewel niet zoo zwaar als het naburige eiland Kisser, waar op een bevolking van omstreeks 9000 zielen 150 menschen omkwamen.

Uit de richting, waarin een groot deel der palmboomen op het eiland thans nog scheef staan, kan men afleiden, dat de sterkste wind op het eiland Letti gedurende dien cycloon uit het Oosten woei.

De toenmalige posthouder M. Sulilatoe heeft omtrent dien orkaan het volgende verslag gemaakt, waarvan een afschrift in het archief te Sĕrwaroe berust, waaruit ik aanhaal:

„Te 7 uur des avonds begon uit het Zuidwesten een wind te waaien, die in kracht toenam en zich van ongeveer half acht in korte sterke stooten in den vorm van rukwinden uitte met verdelgende uitwerking.

Van dat uur vielen reeds enkele boomen tot en met half twee des middernachts, waarna eene windstilte intrad. Men merkte nog niets omtrent de aangerichte vernieling. Na een half uur oponthoud kwam de wind plotseling met eene onbeschrijfelijke kracht van het Noordoosten gepaard met harde regens, die de zee verbazend deed opzwellen. Zware hooge golven beukten tegen het zeestrand en sloegen tot nagenoeg dicht bij den openbaren weg. Allen bleven onder den blooten hemel dien nacht met angst doorbrengen tot den volgenden dag, 1 Mei, waarop de wind om 8 uur des morgens in kracht afnam.

Toen het dag werd aanschouwde men een groote vernieling. Boomen en huizen lagen tegen den grond. Menschenlevens vielen niet te betreuren".

Het centrum van den cycloon is dus blijkbaar over Letti gegaan en het is te betreuren, dat gedurende dezen cycloon geen barometerwaarnemingen zijn gedaan.

---

3. Geologie.

A. Algemeen overzicht.

Wat den geologischen bouw betreft kan men in het eiland Letti

onderscheiden een kern van geplooide en opgerichte gesteenten, vermoedelijk geheel van permischen ouderdom, aan de noordzijde daar tegen aan een massief van serpentijn van waarschijnlijk jongeren ouderdom en daarop op enkele plaatsen een bestrooiing van losse blokken, bestaande uit fragmenten van vormingen van zeer verschillenden ouderdom, en eindelijk als jongste vormingen een bedekking van vermoedelijk plistoceene tot recente rifkalkafzettingen, die alleen dicht bij de kust nog over vrij groote afstanden samenhangend is, daardoor een soort krans om het heuvelland vormt, en een duidelijken terrasbouw vertoont (Pl. V), en daarnevens losse alluviale afzettingen.

1. DE PERMISCHE KERN, DE BASISCHE STOLLINGSGESTEENTEN EN HET SERPENTIJNMASSIEF.

De permische gesteenten, tot de kern behoorend, vormen in het heuvelland bijna overal den rotsbodem, die echter gewoonlijk door een met vegetatie bedekten verweeringsbodem van geringe dikte aan het oog wordt onttrokken, terwijl zij in de vlakten door de rifkalkformatie en door de alluviale afzettingen bedekt worden. Ook daar echter worden die oude gesteenten in de beddingen van riviertjes, die diep genoeg zijn ingesneden, weder onder de jongere bedekkingen aangetroffen.

a. De zuidelijke zone der onveranderde sedimenten.

Het geheele zuidelijke deel van het heuvelland bestaat uit grauwacke, grauwackezandsteen, grauwackeschalie, kleischalie, zandige schalie, zandsteen, arkosezandsteen en kwartsietischen zandsteen, die met elkaar afwisselen of geleidelijk in elkaar overgaan en daarmede hier en daar afwisselend bankjes van kalksteen. De kalksteen, de grauwacke, de grauwackezandsteen, de grauwackeschalie, de schalie en de zandige schalie zijn door een gering ijzergehalte geelbruin tot grijsbruin gekleurd.

Op vele plaatsen zijn deze gesteenten rijk aan fossielen, in hoofdzaak brachiopoden en crinoïden, doch daarnevens ook ammonieten, koralen, gasteropoden, fusulinen, bryozoën en trilobieten van permischen ouderdom. De fossielen zijn bijna altijd als steenkernen bewaard, slechts hier en daar is iets van de kalkskeletten overgebleven.

In de schalies en zandige schalies komen niet zelden concreties voor, die zich van het nevengesteente onderscheiden door een hooger gehalte aan bruinijzererts, somtijds ook door een iets hooger kalkgehalte. Zij zijn in bepaalde banken het talrijkst en de fossielen zijn gewoonlijk in deze concreties eenigszins opgehoopt. In enkele laagjes zijn de zandige schalies, grauwackezandsteenen en grauwackeschalies geheel gevuld met steenkernen en afdrukken van brachiopoden en crinoïden-stelen en zij gelijken dan zoo sterk op den bekenden „Spiriferensandstein" en den „Schraubenstein" van het Onder-Devoon van het Rheinische Schiefergebirge, dat zij daarvan in handstukken veelal niet te onderscheiden zijn. Toch zijn deze gesteenten, zooals reeds werd opgemerkt, niet van devonischen ouderdom en is op Letti op alle punten, waar de fossielen duidelijk genoeg bewaard zijn, om een determinatie toe te laten, bewezen dat hun ouderdom onder-permisch is.

Sommige bankjes zijn knobbelig door een groot aantal sterk gewelfde schalen van Productus, andere zijn vol groote gaten, die somtijds zeer dicht opeen liggen en aan de binnenzijde duidelijke afdrukken vertoonen van de schalen van den ammoniet *Agathiceras sundaicum* n. sp. Haniel.

Aan de oppervlakte zijn de grauwacken en grauwackeschalies zeer poreus, hetgeen veroorzaakt is door de uitlooging van kalk, die vroeger tot een aanzienlijk bedrag aan de samenstelling dezer gesteenten deelnam; naar de diepte gaan zij in kalkrijke grauwacken of in onzuivere, mergelige kalksteenen over. Het verweerde gedeelte is veelal geheel doorspekt met dunne, flauw trechtervormige buisjes of kanaaltjes, die de plaatsen aangeven, waar in het nog niet ontkalkte gesteente stekels van Productus-schelpen zaten. Niet zelden ziet men die buisjes nu nog in verband staan met steenkernen van Productus.

In ijzerhoudende kleiconcreties, voorkomend in lagen van grauwackeschalie aan de zuid- en zuidoosthelling van den Warlawan II of kleinen Warlawan, werden de volgende ammonieten door Haniel bepaald: *Paralegoceras sundaicum* n. sp. Haniel en *Agathiceras sundaicum* n. sp. Haniel (zie Hoofdstuk III), en in de grauwackeschalies, kleischalies, zanderige schalies en mergels van den kleinen

Warlawan en zijn omgeving en van de heuvels van en bij den Boernoewan heeft Broili (zie Hoofdstuk V) het voorkomen aangetoond van de volgende brachiopoden:

Productus Cora d'Orb.
Productus spiralis Waagen
Chonetes strophomenoides Waagen
Spirifer (*Reticularia*) *lineatus* Martin
Spirifer fasciger Keyserling
Spirifer Rajah Salter
Martinia nucula Rothpletz.
Retzia (Horstedia) radialis Phill., var. *grandicosta* Dav.
Dielasma spec.
Notothyris spec.

Fusulinen werden door ons uitsluitend gevonden met bryozoën en steelleden van crinoïden in dunne kalkbankjes, die afwisselen met eenigszins tufachtige schalies, aan de zuidhelling van den G. Oepmiroe Noordoost van Lahoelèlè. Deze vondst is van belang, omdat daardoor parallelisatie mogelijk is met soortgelijke permische afzettingen nabij den G. Somoholle op het eiland Timor, die zeer rijk aan bryozoën en fusulinen zijn.

De kalksteenen zijn nu eens zeer arm aan fossielen, dan weer min of meer rijk aan steelleden van crinoïden en hier en daar is zelfs het aantal van de steelleden zoo groot, dat van echten crinoïden-kalksteen mag gesproken worden. Op enkele plaatsen, zooals op den G. Boernoewan en den G. Oepmiroe, bevatten deze kalksteenen ook talrijke bryozoën.

Deze permische sedimenten zijn doorgaans steil opgericht, de algemeene helling is steil naar het Noorden en de algemeene strekking W10N-O10Z. Er komen echter talrijke en aanzienlijke afwijkingen van deze algemeene waarden voor; niet zelden staan de lagen vertikaal en op enkele plaatsen komen ook tegengestelde hellingen voor, zooals bijv. op de kaart is aangegeven nabij den kleinen Warlawan en bij den G. Boernoewan. De sterke persing, waaraan de lagen zijn blootgesteld geweest, heeft veelvuldige plooiing, knikking en frommeling („Fältelung") der lagen en misvorming der fossielen ten gevolge

gehad en heeft ook talrijke kleine verschuivingen, die evenwijdig of nagenoeg evenwijdig met de laagvlakken verloopen, doen ontstaan. De kleine verschuivingen verraden zich veelvuldig door spiegels („slickensides”) met wrijfkrassen, die in dezelfde richting als de helling der lagen, echter met sterk uiteenloopende invalshoeken, verloopen. Het is niet onwaarschijnlijk, dat in dit schijnbaar eenvoudige, in zijn geheel noordwaarts hellende complex van lagen, isoklinale plooien verscholen zijn. Bijna zeker zijn hier en daar lagen en complexen van lagen evenwijdig met de laagvlakken of langs vlakken, die niet veel in richting daarmede verschillen, eenigszins over elkaar geschoven, waardoor een soort schubstructuur is ontstaan. Al die storingen en ook de overelkaarschuiving zijn door drukkrachten veroorzaakt, die van Noord-Noordwest naar Zuid-Zuidoost gericht waren.

Een weinig naar het Zuiden uitstekend en van het overige heuvelland door een strook jongere, plistoceene of recente conglomeraten met rifkalkcement en rifkalken gescheiden, ligt omstreeks 2 KM ten Westen van Lahoelèlè het rotsheuveltje Ilie [1]). Dit heuveltje is 33 M hoog en bestaat geheel uit kalksteen.

Deze kalksteen is duidelijk gebankt en de banken staan zeer steil, van vertikaal tot 87° naar Noordwest hellend, welke stand overeenkomt met den algemeenen stand der permische lagen op het eiland. Hij is blauwgrijs van kleur en bevat trochieten en daarnevens ammonieten en gasteropoden, doch de structuur van de fossielen is in den harden kalksteen zoo slecht bewaard gebleven, dat een soortbepaling niet mogelijk bleek. Hoewel dus het bewijs niet is geleverd, dat deze kalksteen van permischen ouderdom is, meende ik toch voorloopig hem op de kaart van de nabij liggende, permische afzettingen niet te moeten afscheiden. Erkend moet worden, dat deze kalksteen in uiterlijk herinnert aan jurassischen kalksteen uit de omstreken van Tooi op het eiland Timor, maar zeer veel gewicht wil ik aan die uiterlijke gelijkenis niet toekennen. Daartegenover staat o.a., dat de kalksteenen van de heuvels Miare en Boernoewan op Letti, die in dunne banken optreden en stellig van permischen

1) Het woord »ilie” beteekent »kleine berg of heuvel”.

ouderdom zijn, in kleur en textuur zeer veel met die van de rots Ilie overeenkomen.

Opmerkelijk is het echter, dat de kalksteen van het bergje Ilie een veel dikker complex vormt, dan ergens elders op het eiland wordt aangetroffen. Zoo deze formatie inderdaad van denzelfden permischen ouderdom is als de andere reeds besproken afzettingen, dan heeft men hier dus met een lensvormige verdikking te doen van de kalksteenbanken, die ook elders wel veelvuldig, maar met geringe dikte, deelnemen aan den opbouw van het complex van onder-permischen ouderdom.

b. De centrale zone der gemetamorphoseerde sedimenten.

Noordwaarts gaan de duidelijk klastische, niet veranderde sedimenten van het zuidelijk deel van het heuvelland langzaam over in meer kristallijne typen, terwijl daarbij tevens gesteenten optreden, die als veranderde basische eruptiefgesteenten (kortweg baserupten) moeten worden opgevat.

De metamorphose der sedimenten verraadt zich van Zuid naar Noord gaande vooral door het phyllitisch worden der leigesteenten, het kwartsitisch worden der zandsteenen en het kristallijn worden der kalksteenen. Waar de metamorphose onmiskenbaar wordt, is door mij de grens aangenomen tusschen het zuidelijk deel van het heuvelland van Letti, bestaande uit onveranderde sedimenten en het centrale gedeelte, bestaande uit metamorphe sedimenten en daarnevens basische stollingsgesteenten. In werkelijkheid is, zooals reeds werd opgemerkt, de grens tusschen de onveranderde en de gemetamorphoseerde sedimenten niet scherp, maar gaan de beide groepen van gesteenten geleidelijk in elkaar over.

Zooals op de kaart te zien is, snijdt die grens tusschen het gebied der onveranderde en der gemetamorphoseerde sedimenten, de hoofdwaterscheiding onder een scherpen hoek. Alleen in het westelijk deel van het eiland grijpt het gebied der onveranderde sedimenten noordwaarts tot over de waterscheiding en ten gevolge daarvan worden van al de rivieren, die noordwaarts naar zee afstroomen, alleen in de Noewèwan en zeer spaarzaam ook in de Dai, onder de rolsteenen die afgevoerd worden onveranderde sedimenten aangetroffen; meer oostwaarts ligt dit gebied geheel ten Zuiden van de hoofd-

waterscheiding en ontbreken onveranderde sedimenten geheel onder de rolsteenen der rivieren, die aan de noordkust in zee uitmonden.

In deze zone van gemengde metamorphe gesteenten worden de volgende veranderde sedimenten aangetroffen: schisteuze schalie, phylliet, kwartsiet, kwartsiet-schist, muscoviet-biotiet-kwartsiet, kristallijne kalksteen, schisteuze kalksteen en kalkphylliet, en de volgende veranderde stollingsgesteenten: schisteuze amphiboliet, albiet-amphiboliet, schisteuze geamphibolitiseerde stollingsgesteenten uit de familie der diabazen en epidoot-chloriet-schist.

In de veranderde sedimenten van deze zone zijn alleen nog in den schisteuzen kalksteen fossielen herkenbaar. Zoo worden in een schisteuzen kalksteen, die aan den dag komt op de kamhoogte der hoofdwaterscheiding tusschen den G. Kerarna en den G. Oeplerlawan op 241 M hoogte, talrijke uitgewalste, maar nog zeer goed herkenbaar steelleden van crinoïden gevonden.

c. De noordelijke schistzone.

Noordwaarts sluit zich aan die centrale of metamorphe zone van Letti's heuvelland de noordelijke zone aan, die alweder geleidelijk in de centrale overgaat en overwegend uit schisten bestaat en daarom de schistzone wordt genoemd. Die schisten worden door ons grootendeels als gemetamorphoseerde, basische stollingsgesteenten opgevat. Slechts weinige gesteenten in die zone, zooals de kristallijne kalksteenen, mogen stellig als veranderde permische sedimenten beschouwd worden, terwijl van andere, zooals de granaat-glimmerschist, de muscoviet-biotiet-gneis en de phyllitische glimmerschist slechts ondersteld mag worden, dat zij oorspronkelijk sedimenten zijn geweest.

Onder de veranderde basische stollingsgesteenten heerschen allerlei variëteiten van schisteuzen amphiboliet, die somtijds veel chloriet bevatten, voorts komen voor albiet-amphiboliet, epidoot-chloriet-schist, chlorietschist, geamphibolitiseerde diabaasporphyriet, biotiet-plagioklaas-schist. Hier en daar zijn de stollingsgesteenten niet geheel geamphibolitiseerd, doch wel door bergdruk min of meer schisteus geworden en dan zijn zij dikwijls zelfs makroskopisch duidelijk te brengen tot gesteenten der diabaasfamilie, als diabaas, diabaastuf of schaalsteen, en diabaasporphyriet.

Verscheidene van deze kristallijne gesteenten zijn onverplaatst aan-

getroffen en hun vindplaatsen zijn dan op de kaart aangegeven; eenige typen zijn echter door ons uitsluitend als losse stukken in de rivieren Oeplatewal, Batoe Pajong, Batoemejau en Sérai verzameld. Het is echter zeker, dat deze uit het centrale gedeelte van het heuvelland van Letti afkomstig zijn. Zoo leverden de rolsteenen van de Oeplatewal epidoot-albiet-amphiboliet (572), epidoot-chloriet-schist (567 en 575), calciet-albiet-schist (573) calciet-epidoot-kwarts-chloriet-schist (532 en 578) en phylliet (568), waarvan dezelfde typen niet vast door ons in het stroomgebied van de Oeplatewal werden aangetroffen; die van de Batoe Pajong phyllitischen glimmerschist (568), gedrietschist (814), granaat-glimmerschist (605 en 811), muscoviet-biotiet-gneis (812) en kristallijnen kalksteen (814); die van de Sĕrai ten Oosten van Batoemejau allaliniet-schist (764), uitgewalsten amandelsteen (569), kristallijnen kalksteen met kwarts en epidoot (580) en kristallijnen kalksteen met kwarts, zoïsiet en pyriet (608).

d. Het serpentijn-massief en de basische intrusiva.

In het Noorden van het eiland ligt tegen de schistzone een massief, bestaande uit serpentijn, serpentijnbreccie en serpentijnschist. Dit massief bestaat uit twee heuvelgroepen, den heuvelrug Emderi (156 M) in het Zuidwesten en de groep heuvels, waarvan de Javanoea (87 M) de meest in het oog vallende is, in het Noordoosten. Deze beide groepen zijn door een zadel gescheiden, dat 64 M boven den zeespiegel ligt.

Hoewel de serpentijnheuvels zich door hun grooten weerstand tegen erosie en ook door spaarzame begroeiing scherp in het landschap afteekenen, blijkt toch de geologische grens tusschen de gesteenten van het serpentijn-massief en die der schistzone in het geheel niet scherp te zijn.

Tongen van schist grijpen in het serpentijngebied en hier en daar schijnt de overgang tusschen amphiboliet en chlorietschist uit de schistzone en serpentijnschist geleidelijk te zijn. Zoo bestaat het zadel tusschen den Emderi en de Javanoea-heuvels stellig grootendeels uit een tong of strook van schisten, onder welke min of meer schisteuze en metamorphe diabaas, diabaastuf en schaalsteen de voornaamste typen zijn. Uit deze schiststrook ontspringen aan den oostvoet van den Emderi op twee plaatsen zwakke bronnen. De noordelijkste van deze

is de put „Prigi tiga", waarin het water opwelt uit een conglomeraat en breccie, bestaande uit brokstukken van diabaas, schistgesteenten en uit serpentijn, verbonden door een schistcement. Deze breccie wordt door ons opgevat als een tektonische breccie (*crush-breccia*), gevormd tijdens de plooiing, waarbij de betrekkelijk smalle schiststrook tusschen den serpentijn van de Javanoeaheuvels en den serpentijn van de G. Emderi sterk samengeperst en verbrijzeld werd. Bij mikroskopisch onderzoek bleken onder de schiststukken in deze breccie eenige merkwaardige typen voor te komen, zooals bijv. een crossiethoudende geamphibolitiseerde diabaas 615. Verbeek l.c. p. 591 vond in deze breccie stukken van dynamometamorph veranderden schaalsteen met crossiet, dus een gesteente, dat zeer veel met het hier genoemde overeenkomt. De G. Emderi en de groep der Javanoeaheuvels bestaan verder uit serpentijn en serpentijn-breccie, welke laatste even als de serpentijnschist door bergdruk uit serpentijn is ontstaan. Op enkele plaatsen is duidelijk herkenbaar, dat de serpentijn door ontleding uit een peridotiet van het lherzoliettype is ontstaan, overeenkomend met den peridotiet, die op het naburige eiland Moa een groote uitbreiding bezit.

Hoe verhoudt zich nu dit serpentijn-massief van de noordkust van Letti tot de andere vormingen, speciaal de stollingsgesteenten van Letti's heuvelland?

Er bestaat geen voor de hand liggende reden den serpentijn te scheiden [1]) van de andere, min of meer veranderde, basische stollingsgesteenten. Op meer dan één plaats zijn de schisteuze, geamphibolitiseerde stollingsgesteenten geserpentiniseerd en overgangstypen kunnen worden verzameld tusschen enkele schisteuze amphibolieten, chlorietschisten en serpentijnschisten. Voorts grijpen de schisten hier en daar in het serpentijngebied. Beschouwt men de basische stollings-gesteenten als intrusief in het sedimentaire complex van de kern van het eiland, dan bestaat er aanleiding den serpentijn eveneens op te vatten als het ontledingsproduct ter plaatse van een intrusieve

1) Bewezen acht ik het te zamen behooren van serpentijn en schisten echter nog niet, om welke reden aan een tegengestelde opvatting op pag. 25 plaats is ingeruimd.

massa van grootere dikte dan de anderen en van peridotietische samenstelling. Deze opvatting is op kaart I en de profielen weergegeven.

Wat, bij deze opvatting, den ouderdom van de basische stollingsgesteenten en den serpentijn betreft, zoo laten de waarnemingen in het veld niet toe aan te nemen, dat deze praepermisch is, omdat men dan de sterk veranderde sedimenten, die in de noordelijke en de centrale zone van het heuvelland te zamen en afwisselend met de veranderde, basische stollingsgesteenten voorkomen, zou moeten scheiden van de meer zuidelijke, onveranderde sedimenten waarvan door de fossielen de permische ouderdom is bewezen, welke scheiding onjuist en geheel kunstmatig zou zijn.

Veeleer leiden de waargenomen verhoudingen er toe, zoowel voor den serpentijn als voor het meerendeel der andere, basische stollingsgesteenten aan te nemen, dat zij ingeperst zijn in, en dus jonger zijn dan het complex van sedimenten van permischen ouderdom.

Verder kan omtrent hun ouderdom alleen nog gezegd worden, dat zij ouder moeten zijn dan Oud-Mioceen, omdat op de Javanoea-heuvels door ons brokstukken van serpentijn en schist [1]) zijn gevonden in een kalksteen, die orbitoïden (lepidocyclinen) van oud-mioceenen ouderdom bevat. Hier en daar zijn deze fragmenten zoo talrijk dat de kalksteen in een breccie of een conglomeraat overgaat.

Niet al deze basische stollingsgesteenten zijn echter jonger dan de sedimenten. Hoewel het bij de sterke metamorphose, die de basische stollingsgesteenten op Letti hebben ondergaan, dikwijls moeielijk is uit te maken, of zich daaronder ook effusiva bevinden, zoo staat het van enkele toch wel vast, dat zij deels tuffen, deels amandelsteenen zijn en van eenige andere, die sterk veranderd zijn, mag dat ook als waarschijnlijk worden aangenomen; hier en daar wisselen deze met sedimenten af en zij zijn dus stellig evenals die sedimenten van permischen ouderdom.

In verband hiermede moet opgemerkt worden, dat op het naburige eiland Timor bij de Graskopjes tusschen Soefa en Maubesi permische

1) Het is duidelijk, dat hierbij ondersteld wordt, dat de serpentijn en de schist, die als brokstukken ingesloten voorkomen in den kalksteen, en petrographisch niet te onderscheiden zijn van den serpentijn en de schist, die *in situ* voorkomen, ook geologisch dezelfde gesteenten zijn.

afzettingen voorkomen, die in habitus zeer veel met die van Letti overeenkomen en een identieke, zij het ook rijkere, permische fauna bevatten, waarbij de fossielen evenals op Letti nagenoeg uitsluitend als steenkernen bewaard gebleven zijn. Basische stollingsgesteenten vormen daar ook talrijke banken in dat complex van lagen, en het is waarschijnlijk dat een deel der sedimenten, die de permische fossielen bevatten, daar als tuffen van permische stollingsgesteenten moeten worden opgevat. Overal op Timor zijn basische stollingsgesteenten innig met de permische afzettingen verbonden en veelal moeten zij als synchrone effusiva worden beschouwd.

De basische stollingsgesteenten en de serpentijn zijn opgeperst voordat de storing en oprichting der sedimenten plaats had, daar zij zelve de duidelijkste sporen van den invloed van sterken bergdruk vertoonen en sterk dynamometamorph zijn veranderd. In verband met hetgeen op het naburige eiland Timor wordt gevonden, mag de tijd der plooiing tusschen het Oud-Mioceen en het Plioceen worden gesteld.

Uit een en ander volgt dus, dat de basische eruptiva ten deele evenals de sedimenten van permischen ouderdom zijn, wat echter slechts voor weinige te bewijzen is, en dat overigens zoowel de serpentijn als de basische stollingsgesteenten jonger dan Perm en ouder dan Oud-Mioceen moeten zijn, en, voor dat de oprichting der sedimenten plaats had, zijn opgeperst. Dit geldt echter alleen, zooals reeds op bladzijde 23 werd opgemerkt, zoo men aanneemt, dat de serpentijn en de andere basische stollingsgesteenten en dus ook de schisten bijeenhooren en van gelijken ouderdom zijn.

Er is echter nog eene andere mogelijkheid, die met de in het veld waargenomen feiten [1]) niet onvereenigbaar is. De serpentijn kan geheel onafhankelijk zijn van de schisten, en kan boven op de

1) Nergens is het contact tusschen serpentijn en schist op Letti voldoende ontsloten, om de onderlinge verhouding tusschen deze beide gesteenten en hun ligging ten opzichte van elkaar met volkomen zekerheid te kunnen vaststellen. Het feit, dat uit den schisteuzen serpentijn bij verweering schisten, o. a. aktinolith-schist, ontstaan, die zeer veel op de andere schisten uit de noordelijke schistzone van Letti gelijken, kan de schijnbaar geleidelijke overgang tusschen schist en serpentijn verklaren, waarvan op pag. 22 sprake was.

schisten rusten. Deze verhoudingen, welke zooals reeds werd opgemerkt op de kaart en in de profielen niet in rekening zijn gebracht, zijn in de onderstaande Fig. 2 in beeld gebracht.

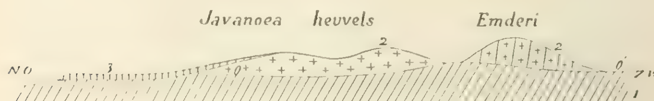


Fig. 2. Schets van een mogelijke ligging van den serpentijn der Javanoea-heuvels.
1. schist 2. serpentijn 3. rifkalk
OO′ Overschuivingsvlak.

De serpentijn kan in dat geval als een intrusieve massa in en door de schisten zijn heengeperst, later met de schisten zijn geplooid en vervormd, en in de positie zijn gebracht, waar men hem thans vindt. In dat geval zou de serpentijn jonger dan de schisten zijn. Maar de ligging van den serpentijn zou, zooals in fig. 2 voorgesteld, ook nog een andere verklaring toelaten; men zou kunnen denken, dat de serpentijn bij het plooiingsproces met de gesteenten der blokvelden van elders over de schisten is geschoven en een deel van een overschuivingsblad, een soort *lambeau de recouvrement* of *Klippe* voorstelt. De argumenten ten gunste van een prae-mioceenen ouderdom van den serpentijn blijven echter ook dan van kracht.

In het overzicht over de geologische geschiedenis van het eiland Letti aan het slot van dit hoofdstuk zal nog op het vraagpunt naar den ouderdom van den serpentijn worden teruggekomen.

2. DE BLOK-BESTROOIING.

Op den serpentijn en de schisten wordt in het noordelijk deel van het eiland en wel verreweg het meest op den serpentijn van de Javanoea-heuvelgroep een bestrooiing aangetroffen van zeer talrijke steenen en rotsblokken van zeer uiteenloopende afmetingen, welke grootendeels exotisch zijn ten opzichte van de daar in de nabijheid optredende formaties. Vooral de kleinere zijn veelal duidelijk afgerond, bij de groote is dit niet of zeer weinig het geval. Deze blokken toonen een bonte staalkaart van typen, zoowel van stollingsgesteenten als van sedimenten. De sedimentaire gesteenten zijn van

verschillenden ouderdom: Perm, Trias, Jura, Krijt en Oud-Mioceen.

De plaatsen, waar deze blokvelden of blokbestrooiingen door ons zijn aangetroffen, zijn op de kaarten I, II, III en IV aangegeven.

Het zijn:

1° De Javanoeaheuvels en daaronder voornamelijk de G. Javanoea, de G. Manoepoera en de G. Oemitinoene. Ook op den G. Jalimera komen deze blokken voor, maar minder talrijk; deze laatste heuvel werd slechts éénmaal door ons bezocht.

2° De G. Emderi, op welken slechts een gering aantal kleine blokken werden gevonden, welke exotisch zijn.

3° De onmiddellijke omgeving van den G. Iliedaai.

4° Het benedenste gedeelte van de helling van den noorduitlooper van den G. Tiomessa en het terrein tusschen den noordoostvoet van dien berg en den rand van opgeheven, plistoceenen koraalkalk, die van Noord naar Zuid evenwijdig met dit gebergte verloopt.

De afmeting der exotische blokken in deze blokvelden is zeer uiteenloopend; de kleinste stukken zijn rolsteenen van vuistgrootte of nog iets kleiner, de grootere zijn minder afgerond en de grootste vormen groepjes van verscheidene kubieke meters in inhoud.

Somtijds zijn de grootste blokken van bezinkingsgesteenten duidelijk gelaagd, liggen dicht naast of tegen elkaar en maken den indruk, alsof zij als een grooter geheel samenhangend vervoerd zijn, en eerst ter plaatse, misschien reeds bij het vervoer, misschien later door denudatiewerkingen, van elkaar zijn losgemaakt. Duidelijk is dit b.v. het geval bij de groote blokken van permischen trochietenkalksteen en van Boven-Triasgesteenten, die kleine verhevenheden vormen op en bij het zadel, dat den G. Javanoea boogvormig met den G. Manoepoera verbindt.

Verbeek geeft aan, dat vaste lagen van permischen crinoïdenkalksteen voorkomen tusschen Toetoekei en de put „Prigi tiga", dus aan de westhelling van den Javanoea, en verder op de toppen van den G. Javanoea en den G. Oemetinoen (= Oemitinoene). Verbeek's meening [1]) is, dat in het gebied der Javanoea-heuvels met inbegrip van den G. Emderi permische kalksteen met flauwe helling naar het Noorden als vast gesteente discordant rust op een oudere formatie

1) l. c. p. 442

bestaande uit phylliet, diabaas en schaalsteen en deze meening is weergegeven in de schets fig. 374 en het schematische profiel fig. 375 op Bijlage XIII bij het Molukkenverslag.

Dit punt is echter zeer zorgvuldig door ons nagegaan en wij hebben met zekerheid kunnen vaststellen, dat de permische trochietenkalksteen uitsluitend als losse blokken voorkomt.

Tegen de opvatting, dat deze blokken van crinoïdenkalk slechts de verbrokkelde oppervlakte zouden zijn van in de diepte samenhangende lagen, pleit reeds terstond het feit, dat nergens de trochietenkalk alleen voorkomt, maar steeds wordt vergezeld door blokken van allerlei andere gesteenten van zeer verschillenden ouderdom.

Doch ook bleek ons dat de ondergrond van de blokbedekking op alle plaatsen, waar wij waarnemingen deden, steeds uit serpentijn of schist bestaat, geheel onafhankelijk van de samenstelling der er op rustende blokken.

Langs een ravijntje, dat noordwaarts naar het zadel tusschen Javanoea en Manoepoera voert, dus aan den oostvoet van den G. Javanoea, is een groefje in den serpentijn aangelegd (zie kaart IV.). De oppervlakte is daar dicht bedekt met exotische blokken, onder welke blokken van Trias en permischen crinoïdenkalksteen wel het talrijkst zijn. In die groeve bleek, dat het vaste gesteente overal verweerde serpentijn is, en dat de exotische blokken in hoofdzaak tot de oppervlakte beperkt zijn, terwijl slechts een gering aantal op iets grootere diepten, maar dan geheel door verweerden serpentijn omgeven, werden aangetroffen. Het beeld in die kleine open ingraving in de glooiing van den Javanoea, die aan de diepste zijde nauwelijks 2 M diep is en tot beneden toe in verweerden serpentijn blijft, laat slechts twee verklaringen toe: òf de blokken lagen oorspronkelijk alle op den serpentijn, zijn dus jonger dan deze en zijn van de oppervlakte tot geringe diepte in den verweerden serpentijn ingezonken, òf de blokken zijn alle eens door den serpentijn omhuld geweest en bij diens verweeren en uiteenvallen aan de oppervlakte geconcentreerd, en zij zijn dus tegelijk met den serpentijn ter plaatse gebracht waar zij nu liggen. De eerste verklaring is hier voorloopig aangenomen, maar de tweede is niet geheel verworpen en wordt later hieronder nog uitvoeriger besproken. Geen van beide verklaringen laat echter

toe, in de blokken iets anders te zien dan exotica, die van elders zijn aangevoerd en die dus stellig niet brokstukken zijn van ter plaatse naar de diepte samenhangend en onverplaatst voorhanden gesteente.

Ook op verscheidene andere plaatsen in het blokveld op de Javanoea-heuvels gelukte het ons te constateeren, dat het onverplaatste gesteente onder de blokken steeds verweerde serpentijn, serpentijnschist of somtijds schisteuze serpentijn-breccie is.

Op den G. Emderi werden door Brouwer verschillende vrij bebelangrijke ingravingen gemaakt om het voorkomen van magnesiet, die daar wordt aangetroffen, nader te onderzoeken; al deze ingravingen bevestigen de waarnemingen, door ons ook op andere plaatsen gemaakt, door welke wij de stellige overtuiging gekregen hebben, dat de G. Emderi geheel uit serpentijn bestaat, die hier en daar min of meer schisteus is geworden.

Amphibolitische en chloritische schisten, die door ons als gemetamorphoseerde, basische stollingsgesteenten worden opgevat, werden door ons vast alleen aangetroffen in den schisttong tusschen Javanoea en Emderi en aan de oosthelling van den Javanoea tusschen dien berg en de kampong Toetoekei. Op enkele plaatsen bleek uit den schisteuzen serpentijn een aktinolithschist te zijn ontstaan.

In verband met en behoorend tot de schiststrook tusschen Emderi en Javanoea komt de eigenaardige breccie of conglomeraat van den put „Prigi tiga" voor. In deze breccie werd geen enkel stuk sediment door ons aangetroffen. De opmerking van Verbeek dat het „Prigi tiga" conglomeraat tusschen de oude diabaasgesteenten en den bedekkenden permischen crinoïdenkalksteen zou liggen (een opmerking die het voorkomen van een bron aldaar zeer gereedelijk zou verklaren), hebben wij door onze waarnemingen niet kunnen bevestigen. Wij vonden de breccie of conglomeraat met een schisteuze grondmassa zeer steil concordant in de schistserie staan en geen spoor van crinoïdenkalksteen werd door ons in de nabijheid gevonden.

Onze waarnemingen bij het blokveld aan en om den noordelijken uitlooper van den G. Tiomessa hebben tot een volkomen overeenkomstig resultaat geleid, terwijl wij daar onder de blokbedekking overal steil opgerichte en noordwaarts hellende lagen vonden van

amphiboliet en van geamphibolitiseerde basische stollingsgesteenten.

Het voorkomen bij het rotsheuveltje Iliedaai moet waarschijnlijk genetisch niet op één lijn gesteld worden met dat van de andere vindplaatsen. Terwijl namelijk op de Javanoeaheuvels de blokvelden op een hoogte liggen, die van 30—87 M wisselt en aan den voet van den G. Tiomessa de blokken tusschen 15 en 40 M boven den zeespiegel worden aangetroffen en op beide plaatsen veelal zeer groot en weinig afgerond zijn, liggen de blokken van de kalkrots Iliedaai nagenoeg gelijk met den zeespiegel. Zij zijn daar klein en geheel afgerond, alsof zij aan de werking der branding waren blootgesteld geweest.

Neemt men in aanmerking, dat er alle reden is aan te nemen, dat het eiland Letti in een tijdperk van opheffing verkeert, dan is het niet gewaagd aan te nemen, dat de rolsteenen bij de kalkrots Iliedaai, geologisch gesproken kort geleden, toen de kustlijn hooger was dan thans, daar ter plaatse in de branding zijn afgerond en bij de rijzing van het land als een rolsteenterras zijn blijven liggen. Het feit, dat de rots Iliedaai zelve sporen van aanvreting en ondermijning vertoont en op zijn top door recenten koraalkalk wordt gekroond, is met die opvatting zeer wel te rijmen.

In de blokvelden of blokbestrooiingen werden door ons de volgende gesteenten verzameld:

a. Schisten en kristallijne metamorphe gesteenten.

Schisteuze serpentijn 776 en 981 op den Oemitinoene.

Aktinolithschist 973 op de glooiing tusschen den Oemitinoene en den Javanoea.

Tweeglimmerschist 831 bij den Iliedaai.

Geplooide kalkphylliet 947 op den Oemitinoene.

Albiet-amphiboliet 828 en 832 bij den Iliedaai.

Amphiboolrots 657 op den Manoepoera.

Schisteuze kristallijne kalksteen met veel muscoviet 826 op den Manoepoera en 529 nabij den hoogsten top van den Emderi [1]).

Van deze gesteenten is de serpentijn onmiddellijk onder het blok-

1) Een los stuk phylliet werd door Verbeek op den Emderi gevonden; ook werd door Verbeek op dienzelfden berg in, door de inlanders opeengestapelde, hoopen van losse blokken een stuk adinool aangetroffen.

veld der Javanoea-heuvels als vast gesteente aanwezig, terwijl de aktinolithschist 973 uit serpentijn is ontstaan.

De overige typen zijn alle als vast gesteente in het centrale gebergte van Letti door ons opgemerkt met uitzondering van den kristallijnen kalksteen 529 en 826. Deze laatste is door ons op Letti uitsluitend als losse blokken aan de oppervlakte waargenomen, maar op het naburige eiland Moa bestaat de berg Kamar geheel uit glimmerrijke schisten en kristallijnen kalksteen met muscoviet 864, die in alle opzichten met het gesteente 529 uit de blokbestrooiing bij den top van den Emderi overeenkomt.

b. Stollingsgesteenten.

Granodioriet 829 bij den G. Iliedaai.

Dioriet 689 aan de zuidoostelijke helling van den G. Javanoea boven de kleine groeve.

Augiet-biotiet-dioriet 778, 802 en 833 bij den rots Iliedaai.

Veldspaatrijke augiet-biotiet-dioriet 821 op den G. Javanoea.

Diabaasachtige augitiet 803 bij den Iliedaai [1]).

Porphyriet (andesiet) tuf 635 op de helling van den G. Javanoea.

Melaphyr-amandelsteen 556 op den G. Emderi.

Augiet-andesiet 972 op den nek tusschen G. Javanoea en G. Manoepoera en 556 op den G. Emderi.

Augiet-biotiet-andesiet 820 op den nek tusschen G. Javanoea en G. Manoepoera en 832 bij den Iliedaai.

Tomraiet 834 bij den Iliedaai.

Olivienvrije bazalt 838 bij den Iliedaai.

Olivienrijke, slakkige bazalt 778 bij den Iliedaai.

Van al deze gesteenten komen alleen melaphyr-amandelsteen en porphyriettuf als vaste gesteenten in de schistserie op Letti voor; de dioritische gesteenten zijn vast gevonden hetzij op het eiland Timor, of op Moa, of op die beide eilanden; van de vulkanische gesteenten, met name de andesieten en bazalten, zijn de typen, die in de blokbestrooiing vertegenwoordigd zijn, als vast gesteente tot nu toe noch op Letti, noch op Timor en Moa bekend.

1) Verbeek vermeldt van den G. Javanoea een stuk diabaasbreccie (Verbeek's collectie N° 197).

c. Sedimentaire gesteenten.

1. Perm.

1) Grijze kalk geheel gevuld met skeletten van *Doliolina lepida* var. *lettensis* Schub.

Vindplaats: Een enkel stuk in het blokveld aan de noordwesthelling van den G. Javanoea 759.

2) Trochieten-kalksteen.

a. Grijze of roode, grofkristallijne kalksteen geheel gevuld met steelleden van crinoïden.

Vindplaats: In het blokveld tusschen den G. Javanoea en den G. Oemitinoene 968, op het zadel tusschen de Javanoea-heuvels en den G. Emderi 628, 629, 630, tusschen den G. Javanoea en den G. Manoepoera 822, 964, aan de noordwesthelling van den G. Javanoea 524, op den G. Oemitinoene 980.

b. Grijze tot geelgrijze, fijnkristallijne tot dichte kalksteen met in het gesteente verspreide trochieten, die zich telkens op de breuk door het schitteren der splijtvlakken van calciet verraden.

Vindplaats: In het blokveld op het zadel tusschen de Javanoea-heuvels en den G. Emderi 630.

c. Grijze tot groengrijze kalksteen met trochieten, koralen en talrijke brachiopoden, onder welke Productus-soorten het veelvuldigst zijn.

Vindplaats: In het blokveld op den G. Manoepoera 816, 817 en 819 en den G. Javanoea 774.

d. Grijze kalksteen met trochieten en talrijke koralen, die aan de oppervlakte fraai er uit verweerd zijn.

Vindplaats: Langs de noordwesthelling van den G. Javanoea 761, 774, 775.

De gesteenten a—d zijn weliswaar door ons nergens vast op het eiland Letti aangetroffen, maar op het naburige eiland Timor komen deze typen wel voor en in de serie van permische sedimenten, waaruit een groot deel van Letti bestaat, zijn trochietenkalksteenen, zij het ook van iets anderen habitus, niet zeldzaam.

3. Uitgewalste grauwackezandsteen met veel muscoviet, gevonden in het blokveld op den noordelijken uitlooper van den G. Javanoea, 634. Dit gesteente komt overeen met den grauwackezandsteen van

permischen ouderdom, die als vast gesteente op Letti, o. a. op den G. Boernoewan, voorkomt.

4. Basische tuf met enkele trochieten gevonden op den noordelijken uitlooper van den G. Javanoea 635. Dit gesteente komt volkomen overeen met permische, fossielhoudende tuffen die op Timor veelvuldig voorkomen.

Niet zeker is de permische ouderdom van een sterk uitgewalsten kalksteen, die niet zelden in het blokveld tusschen den G. Javanoea en den G. Manoepoera voorkomt 657, 818, evenals ook op den G. Jalimera. In uiterlijk herinnert deze wel eenigszins aan den sterk uitgewalsten permischen trochietenkalksteen van den G. Kerarna en den G. Oepmiroe op Letti, doch vertoont ook overeenkomst met eenige typen van gewalste kalksteenen van jurassischen ouderdom van het eiland Timor.

2. Trias en Jura.

1). Roode en roodbruine kalksteen met groote knollen en min of meer plaatvormige concreties van evenzoo, of iets lichter, gekleurden hoornsteen, die radiolariën bevat.

Voorkomen: hier en daar in de blokvelden op de Javanoeaheuvelgroep (607, 620, 622, 751 en 974) en in het zadel tusschen die heuvels en den G. Emderi (636) en zeer talrijk aan den voet van den G. Tiomessa (723).

Deze kalksteen zoowel als de hoornsteen is door bergdruk sterk verbrijzeld en met calcietaderen doorregen, niet zelden is hij tot een mikrobreccie geworden, in welke de fragmenten weder door calciet verkit zijn.

Op het naburige eiland Moa komt dezelfde kalksteen als vast gesteente voor op den top van den G. Niakka (890), en als losse blokken in het bed van de Lok Serra (886).

Samen met stellig triadische afzettingen komt op het eiland Timor ook hoornsteen met radiolariën voor, die zeer groote overeenkomst met de bovengenoemde gesteenten vertoont, maar ook in jurassische afzettingen op dat eiland worden veelvuldig kalksteenen met hoornsteen aangetroffen, die er niet van te onderscheiden zijn.

2). Rose tot lichtrose, zalmkleurige kalksteen met platige hoornsteenknollen. Dit gesteente bevat radiolariën en globigerinen. Geheel met deze typen overeenkomstige kalksteenen met hoornsteenconcreties

hebben zoowel op Timor als op Rotti een zeer groote verspreiding, en bevatten daar op vele plaatsen schelpen van Inoceramus en belemnieten, wier jurassische ouderdom met zekerheid is vastgesteld.

Vindplaats: Algemeen in het blokveld aan den voet van den G. Tiomessa (725). Somtijds is dit gesteente sterk uitgewalst, en door de vele glijvlakken schisteus geworden (763, 765).

3). Gele, brokkelige, ijzerhoudende hoornsteen.

Vindplaats: in het blokveld tusschen de Javanoea-heuvels en den G. Emderi (639). Dit gesteente is in jurassische afzettingen op Timor niet zeldzaam.

4). Donkergrijze tot geelgrijze, somtijds ietwat gevlekte, kalksteen hier en daar met hoornsteenknollen en steeds vol radiolariën, zoowel in den kalk als in den hoornsteen.

Voorkomen: Vrij algemeen in de blokbestrooiing der geheele Javanoea-heuvelgroep, zooals op den G. Manoepoera (656, 658), op den G. Javanoea (957, 959), op den G. Oemitinoene (768), en op het zadel tusschen de Javanoea-groep en den Emderi (637).

Dit gesteentetype is op Timor in boven-triadische afzettingen algemeen en gaat daar geleidelijk over in het volgende type, dat halobiën bevat. In het blokveld op den Javanoea vond ik trouwens ook een stuk, dat behalve radiolariën nog gruis van halobiën bevat (619).

5). Geelgrijze tot zeer heldergrijze kalksteen, die in groote hoeveelheden radiolariën en gruis van halobiën bevat.

Voorkomen: Zeer algemeen in de blokbestrooiing op den G. Javanoea (797, 975), in den nek tusschen Javanoea en Manoepoera (959, 960, 967, 976) en op den G. Manoepoera (654).

Dit gesteente, dat op Timor ook in min of meer verkiezelden toestand wordt aangetroffen, is daar voor de boven-triadische afzettingen zeer kenmerkend; het is daar inderdaad een uitstekend en zeer gemakkelijk herkenbaar gidsgesteente voor den Boven-Trias.

6). Donkergrijze tot zwarte kalksteen, bont door talrijke lichte vlekjes en puntjes, en geheel gevuld met halobiën. In dit gesteente zijn de uiterst dunne schaaltjes van halobiën zoo dicht op elkaar gepakt, dat het gesteente er een eigenaardigen, zeer fijn en scherp, maar iets golvend gelaagden bouw door verkrijgt. Het gesteente ziet er uit, alsof duizende snippers van het dunste vloeipapier dicht op

elkaar geperst waren. In een richting dwars op de gelaagdheid vertoont het daardoor een zeer eigenaardige structuur, door ons feuilleté-structuur genoemd, die zelfs tot in de kleinste fragmenten deze Boven-Triasgesteenten gemakkelijk en met zekerheid herkenbaar maakt. Somtijds is dit gesteente sterk geperst en in een drukbreccie veranderd.

Voorkomen: Zeer talrijk in de blokbestrooiing op den Oemitinoene (732, 733, 734) doch ook elders niet zeldzaam als op den Javanoea (617, 618) op den Manoepoera (650, 653) en in het zadel tusschen de Javanoeaheuvels en den Emderi (760).

Hier en daar bevat deze kalksteen naast halobiën ook zeer groote radiolariën, die, daar de skeletjes secundair met calciet zijn gevuld, als witte puntjes tegen een donkeren achtergrond afsteken, en met het ongewapende oog nog te zien zijn.

7). Zandsteen met muscoviet-blaadjes en rijkelijk kalkcement. Bij alle stukken is het kalkcement grof kristallijn en het gesteente is een vrij grofkorrelig kristallijn aggregaat geworden van calciet, waarbij de zandkorrels, hoewel hun massa veel aanzienlijker is dan die van het kalkcement, insluitsels in de kristallen van het cement zijn geworden. Bij draaien van het gesteente flikkeren de splijtingsvlakken der calcietkristallen, die uit den aard der zaak in allerlei richtingen verloopen, in het kalkcement telkens op, waardoor een eigenaardige glans ontstaat. Wij onderscheiden zulke zandsteenen met rijkelijk, kristallijn kalkcement als flonkerzandsteenen.

Onder deze flonker-zandsteenen kan men twee typen onderscheiden.

1e een type met talrijke brokstukjes van marine organismen, onder welke vermoedelijk ook fragmenten van schelpen van halobiën voorkomen, en weinig kleine muscovietblaadjes. Hiertoe behooren de gesteenten 634, verzameld op den noordelijken uitlooper van den Javanoea en 638, verzameld in den nek tusschen de Javanoeaheuvels en den Emderi [1]).

2e een type zonder resten van organismen, doch met meer en grootere muscovietblaadjes en vrij talrijke glauconietkorrels. Dit

---

1) Een los stuk zandsteen met muscoviet en kalkcement werd door VERBEEK (l.c. p. 593) gevonden op den Emderi.

type werd gevonden in de blokbestrooiing op alle heuvels van de Javanoeagroep. Kalkzandsteen van datzelfde type komt als vast gesteente, 892, op het naburige eiland Moa dicht bij den top van den G. Niakka voor.

8). Zandsteen met veel muscovietblaadjes en plantenresten en somtijds glauconietkorrels.

Deze zandsteen bevat weinig kalk, doch is door overgangen met den zandsteen van de vorige groep verbonden.

Vindplaats: Algemeen overal in de blokbestrooiing der Javanoeaheuvels doch wel het meest aan de oosthelling van den G. Javanoea.

Dit type van zandsteen met muscovietblaadjes is in afzettingen van den Boven-Trias op Timor zeer algemeen, komt daar zeer dikwijls in de onmiddellijke nabijheid van kalksteen met halobiën voor en is door overgangen met die gesteenten verbonden. Een overeenkomstige zandsteen 883 met muscoviet, die echter tufachtig is, wordt op het eiland Moa als vast gesteente op den top van een kalen heuvel op korten afstand oostelijk van den G. Niakka aangetroffen.

Voor de gesteenten der groepen 7 en 8 mag een boven-triadische ouderdom worden aangenomen.

9). Donkergrijze, dichte kalksteen zonder organismen, maar hier en daar met onduidelijk ontwikkelde oölithstructuur. Deze kalksteen vertoont aan de oppervlakte door verweering een zeer fraaie mikrokarrenvorming.

Vindplaats: In de blokbestrooiing op den G. Javanoea en in den nek tusschen dien berg en den Manoepoera (624, 822, 967). Dit gesteente herinnert sterk aan den min of meer oölitischen, boventriadischen Fatoe-kalksteen van Timor.

10). Schisteuze, sterk gevlekte radiolariet-breccie.

Vindplaats: Enkele blokken in het blokveld in het zadel tusschen den G. Javanoea en den G. Emderi (631 en 639).

11). Vezelige kalksteen (760*), waarvan een enkel stuk is gevonden op de helling van den G. Javanoea. Jura?

Wat den ouderdom betreft van deze gesteenten, die in de groep der Trias en Jura gesteenten vereenigd behandeld zijn, zoo mogen als stellig triadisch, en wel boven-triadisch, de kalksteenen van de ondergroepen 4, 5 en 6, als zeer waarschijnlijk boven-triadisch de

gesteenten der ondergroepen 7 en 8, als waarschijnlijk boven-triadisch de typen uit de ondergroepen 9 en 10 beschouwd worden. Stellig jurassisch zijn de typen uit groep 2, zeer waarschijnlijk jurassisch de typen uit de ondergroep 3, en waarschijnlijk jurassisch het type uit de ondergroep 11. Van de gesteenten uit de ondergroep 1 was het ons niet mogelijk uit te maken, of zij tot Trias of tot Jura behooren.

3. Krijt.

Als boven-cretaceïsch beschouwt SCHUBERT den kalkhoudenden zandsteen 632 met *Globigerina* aff. *linnaeana* en den kalksteen 627[a] en 769. Deze beide gesteenten zijn roodbruin en breccieachtig, en, hoewel er geen orbitoïden in te herkennen zijn, gelijken zij zeer veel op de nader te vermelden oud-mioceene lepidocyclinen-breccie. Aangezien nu in verscheidene stukken van deze lepidocyclinen-breccie brokstukjes van boven-cretaceïschen globigerinen-kalksteen ingesloten gevonden worden, bestaat de mogelijkheid, dat de groote stukken 632, 627 en 769 ook in de lepidocyclinen-breccie ingesloten geweest zijn, maar daaruit bij verweering zijn losgeraakt. Vindplaats: G. Javanoea (627 en 769), zadel tusschen G. Javanoea en G. Emderi (632).

Tot deze groep rekenen wij voorloopig ook den kalksteen met *Globigerina linnaeana* d'Orb. die nabij de bron „Prigitiga" uit den grond opsteekt en daar waarschijnlijk als een groot, los blok voorkomt.

4. Tertiair, Oud-Mioceen.

Lepidocyclinen-breccie. Vindplaats: Zeer talrijk in het blokveld op de Javanoea-heuvels, vooral op den Javanoea en ook in enkele stukken in het blokveld bij den voet van den G. Tiomessa.

Het gesteente is een kalksteen met talrijke foraminiferen, onder welke *Heterostegina margaritata* Schlumb. het meest algemeen is.

Deze kalksteen omsluit een kleiner of grooter aantal hoekige brokstukjes van oudere gesteenten en gaat daardoor over in een breccie, of, waar de fragmenten klein zijn, in een gesteente, dat op een groven kalkzandsteen gelijkt. Het gesteente vertoont duidelijke sporen van bergdruk en is niet zelden vrij sterk verkiezeld, in welk geval de spleten secundair met vrij grof gekristalliseerden calciet zijn opgevuld. De orbitoïden zijn aan de oppervlakte nu en dan een weinig uitgeweerd, maar toch in den regel slechts bij nauwkeurig onderzoek met een vergrootglas zichtbaar.

Het gesteente heeft steeds een zeer ruige oppervlakte, wat veroorzaakt wordt door dat vele der talrijke, ingesloten brokstukjes moeielijker verweeren dan het kalkcement en ten gevolge daarvan uitsteken, en bovendien door ongelijke verweering van het kalkcement zelven. Door het onderzoek van SCHUBERT werd de oudmioceene ouderdom vastgesteld.

In dit gesteente zijn brokstukjes ingesloten van kwarts, van schelpen van Inoceramus (in zeer gering aantal) en van verschillende gesteenten en wel:

a) van verschillende schisten en van serpentijn, die niet te onderscheiden zijn van typen, die als vast gesteente op het eiland Letti worden aangetroffen,

b) van rooden kalksteen en van rooden en grijzen hoornsteen met radiolariën, overeenkomend met typen, die op Letti slechts in de blokbestrooiing, maar op de aangrenzende eilanden Timor en Moa als vaste gesteenten gevonden zijn,

c) van kalkhoudenden zandsteen en kalksteen met globigerinen, o.a. *Globigerina* aff. *linnaeana*, waarvan de ouderdom door SCHUBERT als boven-cretaceïsch is bepaald. Dergelijke gesteenten zijn door ons op Timor veelvuldig onverplaatst aangetroffen.

In één stuk van deze breccie (641), gevonden op den noordelijken uitlooper van den G. Javanoea, namen wij brokstukken van dikke schelpen van Inoceramus waar. Dergelijke schelpen komen in boven-jurassische afzettingen op het eiland Timor veelvuldig voor, waar zij veelal nagenoeg uitsluitend het gesteente samenstellen.

Overziet men het aanzienlijk aantal soorten van gesteenten, in de blokvelden op het eiland Letti aangetroffen, zoo kan men daarin drie groepen onderscheiden en wel:

1. gesteenten, die op het eiland Letti zelf vast worden aangetroffen,

2. gesteenten, die niet op het eiland Letti, maar wel op een der naburige eilanden Moa en Timor, vast zijn gevonden,

3. gesteenten, die noch van het eiland Letti noch van de beide aangrenzende eilanden Moa en Timor tot nu toe onverplaatst bekend zijn geworden.

Een overzicht van deze groepen geeft de volgende tabel:

Groep I.

Serpentijn en serpentijnschist	Javanoca heuvels.
Aktinolithschist	„ „
Tweeglimmerschist	G. Iliedaai.
Albiet-amphiboliet.	„
Amphiboolrots	Javanoca heuvels.
Kalkphylliet	„ „
Permische grauwackezandsteen	„ „
Porphyriet (andesiet?) tuf.	Javanoca heuvels.
Melaphyr-amandelsteen	G. Emderi.

Groep II.

Kristallijne kalksteen met muscoviet	G. Emderi.
Permische trochieten-kalksteen	Javanoca heuvels en G. Emderi.
Permische tuf met trochieten.	G. Javanoca.
Radiolariet, hoornsteen met radiolariën (Trias en Jura)	Javanoca heuvels en voet Tiomessa.
Kalksteen met radiolariën en ten deele ook met globigerinen. Jura.	Voet Tiomessa.
Kalksteen met radiolariën. Trias.	Javanoca heuvels.
Kalksteen met halobiën en radiolariën. Trias .	„ „
Zandsteen met muscoviet en kristallijn kalk-cement. Trias	„ „ en G. Emderi.
Zandsteen met muscoviet en kooldeeltjes, Trias.	Javanoca heuvels.
Dichte, somtijds oölithische kalksteen, Trias?	„ „
Lepidocyclinen-breccie. Oud-Mioceen	„ „ en voet Tiomessa.
Granodioriet	G. Iliedaai.
Dioriet	G. Javanoca en G. Iliedaai.

Groep III.

Andesiet (verschillende typen)	Javanoca heuvels en G. Iliedaai.
Andesiet-tuf.	G. Javanoca.

Tomraiet . . . . G. Iliedaai.
Bazalt (verschillende typen) . . . . „
Permische fusulinen (doliolinen) kalksteen . . G. Javanoea.

Het voorkomen van gesteenten van de eerste groep als groote of kleine rolstukken in de blokvelden biedt geen de minste moeilijkheid aan en was te verwachten.

Het voorkomen van gesteenten van de tweede groep is verklaarbaar, zoo men, wat wellicht geoorloofd is, wil aannemen, dat er een tijdperk is geweest, waarbij het eiland Letti grooter was en met Moa en Timor een geheel uitmaakte. Daardoor wordt dan tevens de mogelijkheid erkend, dat de gebieden, waar thans die gesteenten nog op Timor of op Moa of op beide eilanden voorkomen, zich verder uitstrekten, zoodat rolstukken uit die gebieden op een of andere wijze, bijv. langs de zeekust in de brandingszone, vervoerd konden worden tot waar het eiland Letti nu ligt en daar deel gingen uitmaken van een brandingsconglomeraat, dat later door den plistoceenen rifkalk werd bedekt. Zoo men aanneemt, dat in het bouwplan van het in dien tijd veel uitgebreidere eiland Letti, even als in Timor thans, overschuivingsbladen een rol speelden, dan wordt een nieuwe mogelijkheid erkend, die tot verklaring van het zoo bonte karakter van het rolsteengezelschap in de blokbestrooiing op Letti kan bijdragen. Immers zouden ongetwijfeld de meeste eigenaardigheden der blokvelden, o. a. ook het voorkomen van blokken van zeer groote afmetingen en van groepen van rotsblokken, die door hun samenhang en gelaagdheid den indruk maken alsof zij ter plaatse vast gesteente waren, zooals die zoowel van permischen trochieten-kalksteen als van triadischen kalksteen o. a. op den nek tusschen de heuvels Javanoea en Manoepoera voorkomen, het gemakkelijkst verklaard kunnen worden, zoo men in deze blokvelden van Letti de laatste overblijfsels wil zien van een overschuivingsblad of van een deel van een overschuivingsblad, dat overigens door erosie reeds geheel weder is vernietigd.

Misschien mag men zelfs wel aannemen, dat alle afzettingen, die vast op het eiland Letti worden aangetroffen, met uitzondering van de plistoceene en jongere rifkalken, een onderdeel uitmaken van

een of meer overschuivingsbladen en dus ter plaatse niet wortelecht zijn. Zulk een hypothese mag opgeworpen worden, in verband met hetgeen de geologische gesteldheid van Timor biedt, zoo men slechts niet vergeet, dat het een voorloopige hypothese is; zoodra de geologische gesteldheid van Timor voldoende tot in bijzonderheden zal bekend zijn, en ook het eiland Moa nauwkeuriger zal zijn onderzocht, zal kunnen blijken of deze hypothese al of niet recht van bestaan heeft.

Het voorkomen van gesteenten van de derde groep in de blokvelden op het eiland Letti is zeer moeielijk te verklaren en men kan slechts zeggen, dat op een grooter Letti van voorheen, in een tijd na het Oud-Mioceen doch vòòr het Plistoceen, deze typen van gesteenten aanwezig moeten geweest zijn.

Wat den permischen fusulinen-kalksteen vol *Doliolina lepida* var. *lettensis* Schub. betreft, schijnt de moeielijkheid slechts gering te zijn, omdat op Letti fusulinen in kalksteen aan de zuidhelling van den G. Oepmiroe gevonden zijn, en op het naburige eiland Timor fusulinen-kalksteen zeer veelvuldig voorkomt. Inderdaad heeft men hier echter met een echt exotisch stuk te doen. Immers is Doliolina (zie Hoofdstuk IV) een vertegenwoordiger van de meer gecompliceerde typen van fusulinen, welke door SCHUBERT op het eiland Timor in het geheel niet zijn aangetroffen. Deze zijn kenmerkend voor permische afzettingen, meer in het bijzonder voor Boven-Perm. Onder de fusulinen van Timor vond SCHUBERT [1]) slechts eenvoudige typen, wat hem aanleiding geeft de afzettingen, waarin deze voorkomen, voor boven-carbonisch te houden, hoewel daar overigens slechts fossielen van permischen ouderdom in gevonden zijn. Het gesteente met doliolinen uit het blokveld van den Javanoea behoort dus zeer waarschijnlijk tot een afdeeling van het Perm, waarschijnlijk van het Boven-Perm, waarvan het voorkomen in het oostelijk deel van den Nederlandsch-Indischen Archipel overigens niet bekend is.

Anders is het gesteld met de vulkanische gesteenten, n.l. andesiet

1) R. SCHUBERT. Die Foraminiferen des jüngeren Palaeozoikums von Timor. Palaeontologie von Timor II, p. 52. Stuttgart 1915.

en bazalt, omdat de typen van die gesteenten, welke in de blokvelden van Letti voorkomen, noch op Timor noch op Moa gevonden zijn en naar alle waarschijnlijkheid op die eilanden ook in het geheel niet aanwezig zijn.

In verband met de moeielijkheid, het voorkomen van die gesteenten te verklaren, verdient het blokveld aan den G. Iliedaai een korte bijzondere bespreking en daarbij tevens de vraag of het misschien mogelijk is, dat een min of meer belangrijk aantal der rolstukken in de blokvelden op het eiland Letti door den mensch kunnen zijn aangevoerd en dus aan den bodembouw van het eiland geheel vreemd zouden zijn.

Het blokveld van den G. Iliedaai, dat juist bijzonder rijk is aan typen uit de derde groep, ligt op het laagste opgeheven koraalterras, ongeveer 10 M boven den zeespiegel. De kalkrots Iliedaai zelf bestaat uit een violetgrijzen, fijn kristallijnen kalksteen met calciet-aders, die misschien permisch is, misschien echter in zijn geheel zelf een exotisch element, een reusachtig blok uit de blokbestrooiing, voorstelt.

De rots Iliedaai vertoont duidelijke sporen van bewerking en ondermijning door de brandingsgolven en is met een laag jongen koraalkalk bedekt, die deel uitmaakt van een koraalterras, dat ongeveer 8 M hooger ligt dan het terras waarop en waaruit de rots zelf zich verheft. De rolsteenen van het blokveld vonden wij in hoofdzaak in de nabijheid van den voet van den G. Iliedaai in een terrein van eenige honderden vierkante meters.

Het geheele voorkomen toont ontwijfelbaar, dat deze rolsteenen deel hebben uitgemaakt van een strandbedekking, die in de branding werd heen en weer bewogen en afgerold ten tijde dat de zee nog den voet van de rots Iliedaai bespoelde.

De vraag rijst nu, of wellicht ten deele deze gesteenten door menschen op het eiland zijn aangevoerd, eens voor ballast van schepen gediend hebben, op het toenmalige strand zijn weggeworpen, door de branding langs het strand verspreid zijn en hier en daar zijn achtergebleven. Men komt in verzoeking deze onderstelling gaarne aan te nemen omdat, zooals reeds werd opgemerkt, onder de gesteenten der derde groep verscheidene vulkanische typen zijn, die op de westelijk gelegen eilanden, b.v. Roma en Dammar voor-

komen of verwacht kunnen worden, maar wier aanwezigheid op Letti zeer opvallend en onverwacht schijnt.

Toch kan tegen de waarschijnlijkheid dezer hypothese vrij wat ingebracht worden; zoo ligt vooreerst het blokveld aan den voet van den G. Iliedaai ongeveer 10 M boven den tegenwoordigen zeespiegel en, hoewel ik er niet aan twijfel, dat bij hevige stormen water tot op dat terras zou kunnen worden geworpen, is dat toch voor rolsteenen zeer onwaarschijnlijk, zoodat er dan slechts zou overblijven aan te nemen dat sinds den tijd, toen die gesteenten als ballast in schepen door menschen werden aangevoerd, het land ongeveer 10 M is opgeheven. Daar ik van meening ben, dat zoowel het eiland Timor als het eiland Letti ook thans nog geologisch gesproken snel uit zee oprijst, zoo zou ik geneigd zijn voor die meening, de laatste hypothese aanvaardend, steun te zoeken in de samenstelling van het blokveld bij den G. Iliedaai, indien daardoor een volledige oplossing der moeilijkheid werde gevonden. Dit is echter niet het geval; immers zijn dezelfde vulkanische gesteenten ook elders in de blokvelden op Letti, b.v. op de Javanoea-heuvels en den G. Emderi, door ons gevonden (zie tabel op pag. 39).

Nu is het waar, dat deze heuvels voorheen, en zelfs minder dan een eeuw geleden, nog bewoond waren, van welke bewoning thans nog de sporen zijn overgebleven in de ruwe omwallingen, die de bevolking om haar huizen heeft gemaakt en waartoe zij losse steenen, die op den bodem lagen, heeft bijeengeraapt. De mogelijkheid is niet uitgesloten, dat kleine stukken van verschillende gesteenten, waaronder dan ook vulkanische kunnen geweest zijn, in dien tijd door de bevolking van elders daarheen kunnen zijn meegebracht en kunnen zijn weggeworpen.

Toch geloof ik, dat men zeer voorzichtig moet zijn in dezen een conclusie te trekken; immers werden door ons de vulkanische gesteenten op de Javanoea-heuvelgroep hier en daar in de zeer uitgestrekte blokbestrooiing gevonden op dezelfde wijze als andere rotsblokken in het blokveld, die stellig niet door de bevolking zijn gebracht, maar reeds als een blokveld van zeer heterogene samenstelling, dat bij wegvoering van de kwartaire rifkalkbedekking door erosie van onder die bedekking uit voor den dag is gekomen, aan-

wezig was. Daaruit heeft later de bevolking hier en daar stukken bijeengesleept en tot omwallingen bij hun kampongs opgestapeld. Wij vonden in die omwallingen geen andere typen van gesteenten dan rondom op de heuvels, waar de blokbestrooiing klaarblijkelijk nog in ongerepten toestand verkeerde.

Omtrent het ontstaan der blokvelden is nog de volgende mogelijkheid door ons overwogen. Op het serpentijngebied van den Javanoea is de blokbestrooiing verreweg het dikst en in de kleine groeve in den serpentijn, aan den oostvoet van den Javanoea (zie kaart IV), komen, boven in den ontleeden serpentijn ingesloten, eenige exotische blokken voor. Door ons is als het waarschijnlijkst aangenomen, dat deze blokken van boven af in het ontleede gedeelte van den serpentijn zouden zijn ingezakt, waardoor ook het feit, dat dieper in dat groefje nagenoeg geen exotische blokken meer voorkomen, een redelijke verklaring zou vinden. Toch moet met de mogelijkheid rekening gehouden worden, dat de exotische blokken oorspronkelijk in den serpentijn en in de serpentijnbreccie verspreid en ingesloten voorkwamen en bij de verweering van den serpentijn geleidelijk aan de oppervlakte kunnen zijn te voorschijn gekomen. De exotische blokken zouden dan bestanddeelen zijn van een breccie of conglomeraat met een serpentijnmatrix. Men zou zich dan kunnen voorstellen, aansluitend aan de opvatting, voorgesteld in fig. 2 op pag. 26, dat deze breccie, dus de serpentijn en de exotische blokken te zamen, tot een overschuivingsblad behoort en door bodembewegingen gebracht is ter plaatse, waar zij nu ligt.

Soortgelijke conglomeraten zijn uit de literatuur bekend; VON KRAFFT [1]) heeft die beschreven van de Kiogarh-pas en omstreken (Malla Johar) in Centraal-Himalaja en de photographieën van die, door de groote hoogte geheel onbegroeide, blokvelden vertoonen een beeld, dat juist weergeeft, hoe ook het blokveld van de Javanoea-heuvels er zoude uitzien, zoo men de plaatselijk manshooge begroeiing met alang-alang wegdenkt.

Daar zijn de exotische blokken ingesloten in vulkanische vor-

1) A. VON KRAFFT. Notes on the exotic blocks of Malla-Johar in the Bhot Mahals of Kumaon. Mem. geol. survey of India XXXII, p. 127, 1902.

mingen, waaronder ook serpentijn wordt genoemd, die door GRIESBACH [1]) als „basaltic traps, associated with serpentinous masses" worden saamgevat. DIENER [2]) heeft deze exotische blokken uit Centraal Himalaja met de „Klippen" uit de Alpen vergeleken en is ten slotte tot de conclusie gekomen, dat zij door hun samenvoorkomen met stollingsgesteenten belangrijk van deze verschillen en dat voor hun wijze van voorkomen voorloopig geen meer aannemelijke verklaring te geven ware dan die van GRIESBACH, waarbij aan verschuivingen, vergezeld van vulkanische uitbarstingen, een beslissenden invloed wordt toegekend.

VON KRAFFT [3]) meent dat deze exotische blokken genetisch in het geheel niet met de „Klippen" van de Alpen kunnen worden vergeleken, maar dat zij, hoewel de massa van enkele van hen eenige duizende kubieke meters bedraagt, bij de erupties van basische stollingsgesteenten met deze te zamen zijn uitgeworpen, in hen zijn opgenomen, en nu met hen tot een conglomeraat, met die eruptiva als matrix, zijn verbonden. De exotische blokken moeten volgens hem dus opgevat worden als stukken, afgebroken van de vaste gesteenten, door welke de eruptiva zich baan braken. VON KRAFFT geeft toe, dat de afwijkende faciës van verscheidene der exotische blokken dwingt aan te nemen, dat zij als vast gesteente op grooten afstand van hun tegenwoordige plaats voorkwamen, wat zich met de door hem aangenomen verklaring niet geheel bevredigend laat rijmen.

Tegenover VON KRAFFT's meening staat deze, dat de exotische blokken op vele plaatsen van het Himalaja-gebergte door tektonische oorzaken en wel door overschuivingen van groot bedrag ter plaatse, waar zij thans liggen, zijn gebracht en dus genetisch geheel met de „Klippen" (*lambeaux de recouvrement*) der Alpen te vergelijken zijn.

Voor het eiland Letti, waar de plaats van herkomst der exotische

---

1) C. L. GRIESBACH. Geology of the central Himalayas. Mem. geol. survey of India XXIII, p. 155, 1891.

2) C. DIENER. Notes on the geological structure of the Chitichune region. Mem. geol. survey of India XXVIII, p. 26, 1900.

3) VON KRAFFT, l. c. p. 170.

blokken thans zeer waarschijnlijk door een zee van meer dan duizend meters diepte aan het oog wordt onttrokken, zal het probleem wel nimmer met absolute zekerheid op te lossen zijn, en men zal slechts door vergelijking met grootere eilanden, als bijv. Timor, en soortgelijk gebouwde streken een hypothetische verklaring kunnen opstellen, die een bevredigende mogelijkheid aangeeft van de wijze waarop de raadselachtige blokvelden van het eiland Letti kunnen zijn ontstaan.

3. DE PLIO-PLISTOCEENE OF OUDE RIFKALK.

Plio-plistoceene rifkalk wordt op Letti op verschillende plaatsen op sterk uiteenloopende hoogten gevonden en uit de ligging mag worden aangenomen, dat deze rifkalkbedekking zich vroeger als een veel meer aaneengesloten geheel over het grootste gedeelte van het eiland of misschien wel over het geheel heeft uitgebreid. Voor het grootste gedeelte is deze rifkalkbedekking thans weer verdwenen. Samenhangende gedeelten van eenigen omvang zijn alleen (zie de kaarten I, II en IV) bewaard gebleven op de noordelijke flanken van de Javanoeaheuvels, met name bij den Oemitinoene en voorts tusschen den oostvoet van het gebergte en den jongen rifkalk langs straat Moa; daar strekt zich deze formatie langs de oostelijke uitloopers van het gebergte van den voet van den G. Tiomessa tot nabij Lehoelèlè uit. De rifkalk helt hier flauw zeewaarts en ligt als een pantser op de laagste glooiingen van de heuvels.

Tegen de flanken van de Javanoea-heuvels stijgt de oude rifkalk tot 60 M hoogte, maar enkele afgescheiden, kleinere gedeelten liggen hooger en aan de noordhelling van den G. Javanoea zelfs dicht bij diens top op 84 M hoogte. Het groote rifkalkgebied langs den oostvoet van het gebergte bereikt, voor zoover ik dat heb waargenomen, nergens een grootere hoogte dan 46 M wat het geval is juist Oost van den noordtop van den G. Tiomessa.

Geïsoleerde, kleinere schollen van den rifkalk komen voor op een heuvel ten Zuiden van Batoemejau (53 M), waarvan mij als naam slechts Ilie [1]) werd gegeven, wat kleine heuvel beteekent, voorts op

1) Dezelfde naam wordt aan verscheidene andere kleine, min of meer geïsoleerde heuvels op Letti door de inlanders gegeven.

den noordtop van den G. Tiomessa op 134 M hoogte, ook langs de noordelijke helling van het hoogste gedeelte van den zuidelijken top van denzelfden berg tusschen 115 en 140 M hoogte, en eindelijk op den Woearlawan II of kleinen Woearlawan op 129 M hoogte.

De dikte van dezen rifkalk vond ik nergens grooter dan 6 tot 7 M, in den regel zelfs vrij wat geringer.

Deze oude rifkalk bevat behalve koralen talrijke foraminiferen en vooral *Amphistegina Lessonii* d'Orb. Op de verschillende plaatsen, die dus op zeer uiteenloopende hoogten boven de zee zijn gelegen, kon ik geen verschillen in de fauna waarnemen, doch hierbij dient in aanmerking genomen te worden, dat de fossielen voor het grootste gedeelte onherkenbaar zijn geworden. Evenals in alle opgeheven rifkalken heeft oplossing van koolzure kalk en wederafzetting daarvan als travertienachtige kalk de organische structuur onduidelijk gemaakt of ook wel nagenoeg geheel vernietigd.

Oölithstructuur komt hier en daar voor, en is zeer opvallend in een deel van het rifpantser op den Oemitinoene en den Javanoea. Schubert, die de foraminiferen uit een stuk van den rifkalk, geslagen van het vaste gesteente op den G. Oemitinoene, heeft onderzocht (zie hoofdstuk IV), neemt daarvoor een jongen, waarschijnlijk plistoceenen ouderdom aan. Op enkele plaatsen vertoont de veranderde rifkalk sporen van fosfatizeering zonder dat het echter ergens tot de vorming van een belangrijke hoeveelheid fosfaat is gekomen.

Veelal gaat de oude rifkalk zeewaarts geleidelijk in den recenten rifkalk over, die horizontaal ligt. Beide vormen dan een samenhangend rifpantser op de laagste glooiingen der heuvels.

4. De jonge rifkalk en andere recente afzettingen.

De bovengenoemde plistoceene rifkalk gaat zonder scherpe grens in den recenten over. De jonge rifkalk wordt vooreerst, als een nog levend rif in de brandingszone in meerdere of mindere mate ontwikkeld, rondom het geheele eiland aangetroffen. Landwaarts sluit hij aan niet meer levende riffen, die ten deele nauwelijks boven de vloedlijn (Pl. VI en IX) liggen, ten deele één tot drie duidelijk waarneembare terrassen om een groot deel van het eiland vormen,

waarbij het laagste terras 5—15 M boven den zeespiegel ligt (Pl. II, V en IX). De hoogere terrassen, die minder duidelijk zijn ontwikkeld, liggen gemiddeld resp. op hoogten van 18 en 27 M boven den zeespiegel. Deze jonge rifkalk begrenst rondom het geheele centrale bergland en omsluit daarbij somtijds geïsoleerde rotsgroepen. Zoo wordt aan de zuidkust ten Westen van Lahoelèlè de rotsgroep Ilie (33 M hoog) geheel door recenten rifkalk omgeven, terwijl aan de noordkust insgelijks de rotsgroep Iliedaai geheel door het laagste koraalterras wordt omsloten. De G. Iliedaai wordt bovendien gekroond door een rifkalkbedekking, die tot het tweede koraalterras behoort. Op het eerste rifterras liggen, op de plaatsen, waar dat terras direct aan het strand ligt, vele kampongs, zooals bijv. Toetoekei, Tomra, Batoemejau en Lahoelèlè. De branding heeft op die plaatsen een steile, meestal loodrechte, of ook wel ondermijnde en overhangende rotskust doen ontstaan (Pl. II Toetoekei en Pl. III Tomra). In die steile, uitgeholde en overhangende rotswanden van rifkalk, die naar de zee gekeerd zijn, is veelal gelegenheid het inwendige (zie de Batoe Pajong ten Westen van Sĕrwaroe op plaat IX) van het rif te bestudeeren. Het blijkt, dat foraminiferen en tal van andere kleine schelpen een belangrijker deel aan de samenstelling van den rifkalk hebben dan koralen. Rolsteentjes ontbreken nergens. Veelal is het aantal rolsteentjes zoo groot dat de zuivere rifkalk overgaat in een strandconglomeraat met kalkcement. Dit conglomeraat is langs de noordkust zeer goed ontwikkeld; vooreerst is het in zwak zeewaarts hellende banken te zien langs het strand bij Sĕrwaroe (zie Pl. VI) en iets meer westelijk bij den Batoe Pajong (Pl. IX); hier bestaan de rolsteenen in het conglomeraat in hoofdzaak uit harde gesteenten uit de groepen van diabaas en andere basische stollingsgesteenten en uit schisten of ook wel serpentijn en kristallijnen kalksteen, alle dus van gesteenten, die in het heuvelland van Letti vast worden aangetroffen en die door de verschillende riviertjes naar de baai van Sĕrwaroe worden afgevoerd. Aan de zuidkust gaat in het opgeheven terras de jonge rifkalk om den G. Ilie ook in een conglomeraat met kalkcement over; daar bestaan de rolsteenen in het cement echter in hoofdzaak uit kalksteen overeenkomend met dien, welke de rotsgroep Ilie opbouwt.

Zooals overal elders in tropische streken is de oppervlakte der opgeheven rifkalkterrassen door karrenvorming zeer ruig en moeielijk begaanbaar; holen, waarin, zoo zij dicht bij zee liggen, de golven diep binnendringen, komen ook op Letti voor even als op alle eilanden, die door opgeheven rifkalken zijn omgeven. De aan de atmosfeer blootgestelde buitenzijde van den rifkalk is grijs of zwartachtig van kleur, welke kleur ten deele door organismen, ten deele door concentratie van ijzer en mangaan uit verdampingsstroomen in de oppervlaktelaag van den rifkalk wordt veroorzaakt.

Waar het laagste terras der jonge rifkalken niet tot aan zee reikt en landwaarts terugwijkt, ligt tusschen den steilen rand van den rifkalk en de strandlijn een zeer zwak zeewaarts hellend terrein, dat door kalkrijk zeezand, een soort calcareniet [1]), wordt ingenomen, bestaande in hoofdzaak uit kleine brokjes koraalkalksteen, verder uit gruis van kalkschalen en allerlei organismen, en slechts voor een klein deel uit kwartskorrels en fragmenten van andere mineralen en gesteenten. Op zulke zandstranden staan eenige kampongs, zooals de hoofdplaats Sĕrwaroe (Pl. VI en VII), de christenkampong Batoemejau, het westelijk deel van de kampong Tomra, de kampong Noewèwan en eenige anderen. Verder strekken zich tusschen de uitloopers van het centrale heuvelland en de kustvlakte terreinen uit die met alluviale afzettingen bedekt zijn, bestaande uit grint, zand en klei, door de bergstroompjes afgevoerd. Zij zijn op de kaart aangegeven. Op zulk een terrein liggen eenige kampongs aan de zuidzijde van het eiland, zooals bijv. Tollooi.

Deze afzettingen bedekken ten deele den jongen rifkalk en een scherpe grens tusschen beide is niet te trekken; in het algemeen komt de rifkalk der kustterrassen geleidelijk kustwaarts van onder de alluviale bedekkingen te voorschijn.

Bij het onderzoek der Javanoea-heuvels en van den Goenoeng Emderi viel op, dat daar een groot aantal recente, veelal gebroken zeeschelpen over den grond verspreid liggen en in den oppervlakkigen puinbodem ingesloten voorkomen. Op andere heuvels van het eiland

1) De naam calcareniet is het eerst gebruikt door GRABAU, voor „a rock consisting of sandlike calcareous particles cemented".

Letti zijn die door ons niet gevonden en de verklaring moet hierin gezocht worden, dat men hier met keukenafval of *kjökenmöddings* te doen heeft. De voornaamste kampongs van Letti waren tot kort voorheen (zie p. 11) op deze heuvels gebouwd en, daar de bevolking, even als thans nog het geval is, ook toen wel allerlei schelpdieren als voedsel zal genuttigd hebben, zijn de schelpen in groote menigte in den puingrond aan de oppervlakte opgehoopt.

B. Bijzondere beschrijvingen.

1. HET OOSTELIJK HEUVELLAND (zie kaart II).

Het oostelijk heuvelland van het eiland Letti kan het best onderzocht worden door van Batoemejau over de heuvels naar Lahoelèlè te gaan.

De oude, thans nog heidensche kampong Batoemejau ligt aan zee op een rifterras dat door een loodrechten wand van ruim 10 M hoogte van een strand wordt gescheiden, dat bij vloed niet begaanbaar is. Bij eb loopt daarentegen een nog levend koraalrif, dat tot ver in zee uitspringt, bijna geheel droog. Dat levende rif strekt zich ook nog meer oostwaarts tot ver in de straat Moa uit.

Aan de oostgrens van de oude kampong Batoemejau springt het opgeheven koraalterras landwaarts in, en de kampong Sĕrai is op een hoog zandstrand gebouwd. Van hier gaat het pad [1]) naar Lahoelèlè zuidoostwaarts door een vlakte, die met zand en gruis van gesteenten is bedekt, waar onderuit echter zeewaarts weer rifkalk te voorschijn komt. Meer landwaarts, even voorbij den voet van de eerste heuvelgroep, den G. Tiomessa, komen in de beddingen van een paar beekjes onder den alluvialen puingrond reeds vaste gesteenten te voorschijn, namelijk schisteuze, basische eruptieve gesteenten met talrijke kwartslenzen (strekking N70°O, helling 75° NNW). Iets

[1]) Even buiten de kampong Sĕrai vereenigt het pad van Lahoelèlè naar Batoemejau zich met het pad, dat, op eenigen afstand de kust volgend, naar Laitoetoen voert.

meer oostwaarts ligt een lage, ietwat beboschte heuvelrand, in noordzuidelijke richting verloopend, die blijkt te bestaan uit rifkalk, die met een geringen hoek naar straat Moa, dus oostwaarts, helt. Deze rifkalk eindigt naar het Westen in een steilen rand, die door erosie is ontstaan. Deze rifkalk komt geheel met die overeen, welke op de Javanoea-heuvels is aangetroffen en is waarschijnlijk van plistoceenen ouderdom. Het hoogste punt van dezen rand ligt op 62 M hoogte. Aan den voet, dus westwaarts van dezen rand van rifkalk, zijn de reeds genoemde, schisteuze, basische eruptief-gesteenten en amphibolieten ontbloot; op de benedenste glooiing van den Tiomessa en ook tusschen dien berg en den rand van rifkalk dragen zij op vele plaatsen een blokveld of blokbestrooiing. In dat blokveld werden behalve de gesteenten, in de lijst op pag. 39 vermeld, nog stukken kristallijnen kalksteen met haematiet, ijzerrijken kalksteen en grofkristallijnen sideriet aangetroffen. Evenals in de Javanoeaheuvels is het ook hier duidelijk, dat de blokbestrooiing ouder dan den rifkalk is en bij de wegvoering van dien kalk door erosie geleidelijk moet zijn voor den dag gekomen.

In een van de reeds genoemde beekjes, die noordoostwaarts naar straat Moa afstroomen, komt een bron of waterput nabij het pad voor, die op de kaart is aangegeven. Het pad naar Lahoelèlè gaat van hier langs den oostvoet van het heuvelland, terwijl de rand van rifkalk oostwaarts van het pad blijft liggen. Ongeveer 250 M voorbij de bron gaat het pad over een zadel, 56 M boven den zeespiegel, tusschen den Tiomessa en een lagen uitlooper van dien berg en het is hier in vast gesteente, een verweerd schisteus basisch eruptief gesteente (765*), uitgegraven, maar verderop blijft het tot Lahoelèlè voortdurend in afzettingen van berggruis en, in plaats van dit pad te volgen, kan men een veel beter inzicht verkrijgen in den bouw van het heuvelland door den Tiomessa van diens noordvoet te bestijgen en van den top verder steeds over de hoogste kammen en heuveltoppen naar Lahoelèlè te gaan.

De noordhelling van den Tiomessa bestaat uit geamphibolitiseerde basische eruptief-gesteenten met veel kwartssnoeren en lenzen, voorts ook uit amphiboliet en kwartsepidootchlorietschist 675, waarvan de lagen steil, 70—80°, naar NNW hellen. Talrijke kwartsblokken

liggen op de helling verspreid of komen uitgeweerd uit de amphibolieten voor den dag.

Op den meest noordelijken top van den G. Tiomessa, die 134 M hoog is, worden deze gesteenten door plistoceenen rifkalk 673 bedekt, die identiek is met dien van den bovengenoemden rand langs den oostvoet der heuvels. Op den Tiomessa ligt de rifkalk horizontaal en is slechts weinige meters dik.

Amphibolieten en verwante schisten blijven verder zuidwaarts de kern van den Tiomessa vormen; een topje, dat zich een tiental meters boven de kamlijn verheft en inderdaad de hoogste top van den Tiomessa is, wordt gevormd door het uitsteken van eenige banken van schisteuzen kristallijnen kalksteen 674, die aan de erosie krachtig weerstand bieden. Verder bestaat de kam, die zich van hier zuidwestwaarts voortzet, uit schisten en voert, nagenoeg vlak blijvend, naar den hoogsten top (153 M) van den Tiomessa, die insgelijks uit schist bestaat. De heuvelkam buigt zich nu om een ravijn, dat diep in het heuvelland is ingesneden en waarin een beekje oostwaarts afstroomt. Nabij het iets lager liggend zadeltje, vanwaar dit ravijn aanvangt, is weder een klein deel van een voormalige rifkalkbedekking bewaard gebleven, welke ongeveer op dezelfde hoogte ligt als de schol van rifkalk op den noordtop van den Tiomessa. Een vrij hooge heuvel (219 M) aan de zuidzijde van het ravijn bestaat uit schist, maar aan de noordelijke helling van deze is weder een bank van kristallijnen kalksteen in de schist ingelaagd 676; zuidwaarts wordt het heuvelland hooger en de kamlijn voert opwaarts naar den tweetoppigen Joesoeëlie (272 M) over schist en nu en dan over kristallijnen kalksteen 684 en 712. De strekking der lagen blijkt oost-westelijk en de helling steil noordwaarts. Door een zwak ingesneden zadel is de Joesoeëlie zuidwaarts verbonden met den Tokmieïrra (277 M), waarvan de top uit afwisselende, sterk ineengeplooide lagen van schist en kristallijnen kalksteen bestaat, die ± 45° noordwaarts hellen (662). Juist voor den top valt een laag van gelen kalksteen in de schisten op, welke als een uitstekend lijntje ver in het terrein is te vervolgen. De strekking is O-W. en de helling 45° naar Noord.

De Tokmieïrra is het hoogste punt van het oostellijke heuvel-

land van Letti, en hier ontmoet de noord-zuidwaarts verloopende kam van dit heuvelland de oost-westwaarts verloopende hoofdwaterscheiding van het geheele eiland.

De Tokmieïrra is door een zadel van 182 M hoogte met den zuid-zuidoostwaarts gelegen belangrijk lageren G. Oepmiroe verbonden. Het bovenste deel van de zuidhelling van den Tokmieïrra bestaat uit sterk ineengeplooiden schist en kristallijnen kalksteen 669, waaraan zuidwaarts zich geserpentiniseerde, basische eruptiefgesteenten en sterk gewalste amandelsteen 668 aansluiten, steil naar Noord hellend. Niet ver boven het juist genoemde zadel treedt voor het eerst minder kristallijne, schisteuze kalksteen met als zoodanig herkenbare trochieten op, welke kalksteen met schisteuzen amandelsteen afwisselt. Iets verder zuidwaarts nabij het zadel komt weder in groote brokken een grijze, schisteuze kalksteen 678 en een roode, iets meer mergelige kalksteen met talrijke vrij duidelijke trochieten voor den dag.

Zuidelijker dan dat zadel werden geen basische eruptiva meer aangetroffen, maar heerschen phylliet, kwartsitische grauwackezandsteen en kwartsiet. Al deze gesteenten zijn sterk schisteus en duidelijk door bergdruk veranderd. Van het zadel tot aan den top van den G. Oepmiroe, dus aan diens noordhelling, komen van beneden naar boven als vaste gesteenten eerst phylliet voor, en hooger grauwacke-zandsteen en kwartsiet. Dicht bij den top voegen zich bij laatstgenoemde gesteenten ook nog arkose en kwartsitische arkose. De top van den G. Oepmiroe (204 M) bestaat uit gewalsten, dunplatigen, kwartsitischen grauwackezandsteen en kwartsiet met muscoviet. Langs de noordhelling van den Oepmiroe is de strekking der lagen WNW, terwijl de helling toenemendermate steil wordt, naarmate men den top nadert. Op den top van den G. Oepmiroe werd voor het eerst bij gelijkblijvende strekking N60°W een helling naar het Zuid-Zuidwesten van 75° aangetroffen.

Zuidwaarts van den Oepmiroe neemt de metamorphose der sedimenten snel af, en met de basische eruptiva zijn ook de schisten verdwenen.

Aan de zuidhelling van den Oepmiroe bestaat de bodem achtereenvolgens uit kwartsiet, dan een weinig phylliet met veel kwarts,

daarna schisteuze schalie en vervolgens uitgewalsten trochietenkalksteen 671. Terstond daaronder volgen hardere en zachtere laagjes van mergeligen trochietenkalk 664, waarbij de hardere laagjes steil uit den bodem uitsteken. Deze laatste, tamelijk dunplatige, mergelige kalksteen bevat behalve trochieten ook talrijke bryozoën en fusulinen. Hij gelijkt volkomen op een mergeligen kalksteen, die op overeenkomstige wijze gevonden wordt in de Graskopjes nabij den G. Somoholle op het eiland Timor. Naast trochieten bevat die mergelige kalksteen insgelijks vele bryozoën en fusulinen en gaat daar op enkele plaatsen in fusulinen-kalksteen over. In de Graskopjes wisselt die kalksteen af met diabaas, diabaastuf, grauwacke en grauwacke-schalie, waarin permische fossielen, o. a. talrijke ammonieten, als steenkernen voorkomen. Tot de samenstelling dier grauwacken heeft tufmateriaal bijgedragen en hetzelfde werd door ons eveneens op eenige plaatsen in de grauwacke op Letti waargenomen. Hoewel aan deze zuidhelling van den Oepmiroe de lagen naar het Zuiden hellen, is deze helling zoo steil, 75—85°, dat bij het afdalen men toch van diepere in hoogere lagen komt.

Van hier, zoowel recht zuidwaarts naar de strandvlakte als zuidoostwaarts naar de kampong Lahoelèlè, bestaat het terrein uit weinig veranderde, slechts door bergdruk min of meer schisteuze sedimenten, als schisteuze schalie, grauwackeschalie, grauwackezandsteen, hier en daar met trochieten of slecht bewaarde steenkernen van permische brachiopoden. Het terrein is sterk geplooid, wat zich ook verraadt door de zeer sterke, afwisselend naar Noord-Noordoost en naar Zuid-Zuidwest gekeerde hellingen der lagen. In dit meest zuidoostelijk deel van het heuvelland is de strekking der lagen op enkele plaatsen NW—ZO.

De eerste uitloopers der heuvels, die uit schalie bestaan, reiken tot dicht bij de kampong Lahoelèlè (Pl. VIII). Deze kampong is gebouwd op een terras van rifkalk, dat ongeveer 12 M boven den zeespiegel ligt. Op de meeste plaatsen is dat terras door de brandingsgolven ondermijnd en ook bij gemiddelden waterstand, zooals ik dat trof, staat het zeewater tot aan het klif.

2. VAN SERWAROE OVER TOMRA NAAR HET DAL DER OEPLATEWAL EN DEN TOP VAN DEN WOEARLAWAN

(zie kaart III).

De kampong Sĕrwaroe strekt zich westwaarts zoover uit, als het opgeheven rifkalkterras een vijftigtal meters van de kust verwijderd het land in ligt, en zich een zandstrand (met zand wordt hier bedoeld fijn, los materiaal van de grootte van zandkorrels, welk materiaal grootendeels uit afgeronde brokjes van rifkalk of van fragmenten van schelpen bestaat, dus een calcareniet) tusschen het terras en de zee schuift. Juist West van Sĕrwaroe reikt het terras van rifkalk weer tot aan zee en is het strand niet begaanbaar, doch niet ver van den mond van de Batoe Pajong (zie de kaart) wijkt het terras weer terug. De Batoe Pajong (Pl. IX) zelf is een fraaie rotsgroep van rifkalk, die thans boven vloedpeil ligt, maar door zijn overhangenden vorm toont, hoe hij vroeger door de branding is ondermijnd en zijn tegenwoordige gedaante heeft gekregen. Het riviertje Batoe Pajong of Mataweroe vormt aan zijn mond een kloof, gemiddeld niet meer dan 10 M breed, in den rifkalk. De bodem zoowel als de wanden van de kloof bestaan uit rifkalk, maar de rolsteenen in de rivier zijn blijkbaar uit het centrale heuvelland van Letti aangevoerd. Onder de rolsteenen treft men het veelvuldigst aan granaatglimmerschist (605, 811), tweeglimmergneis (812), gedrietschist (814), die veelal rijk aan rooden granaat is, talrijke soorten van schisteuze, geamphibolitiseerde basische eruptiva en kristallijnen kalksteen.

Op 1250 M van den mond (zie kaart I) eindigt de kloof in een waterval met ruim 3 M valhoogte. Hooger op is de rivier aanvankelijk nog ondiep in rifkalk ingesneden, doch in de bedding, die hier een gering verval heeft, is al spoedig door zand- en grintafzettingen geen vast gesteente meer te zien. Verbeek vermeldt uit het bed van deze rivier, klaarblijkelijk belangrijk meer stroomopwaarts, als vaste gesteenten glimmerschist met granaat en nog hooger amphiboliet, die als schisteuze, metamorphe hoornblendegabbro wordt beschouwd, en ook als losse blokken kristallijnen kalksteen, die

waarschijnlijk als een laag in den glimmerschist voorkomt. Die kalksteen bevat granaat, augiet en enstatiet. [1])

Tusschen den mond van de Batoe Pajong en de kampong Tomra ligt een breed zandstrand, hier en daar met onbeduidende duinvorming. Binnen dien opgestoven zandwal loopt het pad naar Tomra en daar ligt ook de school en de woning van den goeroe van Tomra. De kampong Tomra ligt weder op een terras van rifkalk, dat tot aan zee reikt. Niet alleen noordwaarts naar de open zee maar ook westwaarts eindigt dat terras in een nagenoeg loodrechte steilte, aan wier voet om een vrij breede alluviale vlakte [2]), waardoor de rivier Oeplatewal vloeit, nog een deel van de kampong is gebouwd. Ook ligt daar een inlandsche scheepstimmerwerf. Het benedenste deel van de Oeplatewal is even als dat van de Batoe Pajong in rifkalk ingesneden, en op meer dan één plaats wordt het stroombed door wanden van rifkalk sterk vernauwd, maar toch is het kloofkarakter niet zoo opvallend als bij de Batoe Pajong. Hooger stroomt de rivier door alluviale afzettingen en vereenigen zich twee rechterzijrivieren met haar, waarvan de bovenste de Palak wordt genoemd. De voornaamste bronrivier van de Palak ontspringt op den Woearlawan en wordt zelve ook wel Wer Lawan genoemd.

Ongeveer 375 M boven het punt van samenvloeiing van de Palak en de Oeplatewal komt in het bed van de laatste rivier, na het verlaten van het rifkalkterrein, voor het eerst weder vast gesteente voor den dag in een rots, die uit een geamphibolitiseerd, basisch eruptiefgesteente uit de diabaas-familie bestaat (582).

Iets verder komt sterk verweerde biotiet-plagioklaas-schist 583 voor en iets stroomopwaarts, daar waar voor het eerst water in het rivierbed wordt aangetroffen, een geamphibolitiseerd basisch eruptiefgesteente met veel epidoot en chloriet 584. Hoogerop volgen dikkere banken van geamphibolitiseerden diabaas-porphyriet 585 en daarna loopen dwars door het rivierbed vrij scherpe lagen van gewalsten albiet-amphiboliet 586, welke afwisselen met iets dikkere en hardere lagen van epidoot-chloriet-schist 587. Verbeek ver-

[1]) R. D. M. Verbeek, l. c. pp. 443 en 598.

[2]) Deze vlakte loopt bij vloed ten deele onder.

meldt, waarschijnlijk uit dit gedeelte van het rivierbed, als vaste gesteenten bij het stroomopwaarts gaan, achtereenvolgens metamorphen diabaastuf of schaalsteen, zoïsiet-kwartsiet met granaat en amphiboliet, die als schisteuze, metamorphe hoornblendegabbro wordt opgevat, en bovendien in groote losse blokken een lichtgelen, kristallijnen kalksteen met witte calcietaderen. [1])

Al deze gesteenten staan steil met oost-westelijke strekking; de helling is eerst naar Noord, later naar Zuid; bij den albiet-amphiboliet, bij welken de hellingshoek het best te meten was, bedroeg deze 75° naar Zuid. Over een korten afstand ontbreekt dan vast gesteente, totdat weder met oost-westelijke strekking, maar thans met een helling van 35° naar Noord, verweerde schisten uit het riviergrint opduiken. Van hier af blijven de hellingen der gesteenten meer stroomopwaarts steeds naar het Noorden gericht. Over een afstand van 100 M wordt nu de strekking bijna geheel Noordwest-Zuidoost bij schisteuze, basische eruptiva en daarmede afwisselenden albiet-amphiboliet 591. Meer stroomopwaarts volgden wij een rechterzijtak, waarlangs met noordelijke helling eerst phyllitische gesteenten 592 met talrijke kwartssnoeren en kwartslenzen worden aangetroffen en hoogerop geamphibolitiseerde, schisteuze diabaastuf 593, amphiboliet en schisteuze diabaas 594. Hier verlieten wij de rivier en gingen oostwaarts over een golvend terrein, gevormd door uitloopers van het gebergte, die door droge waterloopjes van elkaar gescheiden zijn, totdat wij de Palak even boven haar samenvloeiing met de Werlawan bereiken. Van hier wordt eerst het bed van de Palak een eindweegs stroomopwaarts gevolgd, totdat een paar honderd meter boven een klein inlandsch huis, dat nabij den rechteroever staat, steile wanden van een veranderden diabaas en zeer dicht struikgewas een verder doordringen in deze richting naar den bergkam zeer moeilijk maken. Het rivierbed werd daarom verlaten, en, op ongeveer gelijke hoogte blijvend, werd een uitlooper van het gebergte omgetrokken en na het overschrijden van een nagenoeg droog ravijn een zeer steile heuvel bereikt, die met ijl Eucalyptus-bosch is begroeid. Die heuvel, die een uitlooper van den

[1]) R. D. M. Verbeek, l. c. pp. 442 en 598.

hoogsten berg van Letti, het doel van onzen tocht, bleek te zijn, werd nu bestegen. Hij bestaat geheel uit een brokkeligen, een weinig schisteuzen diabaas. Ongeveer op 200 M hoogte werd nu om den noordwestelijken voortop van den Warlawan (zie fig. 3) getrokken en ten slotte opgestegen naar het zadel tusschen dien voortop en den Warlawan steeds door manshooge alang-alang, waarin verscheidene, halfwilde karbouwen, door onze komst verschrikt, met groot gedruisch langs ons holden.

In het zadel, dat 257 M boven den zeespiegel ligt, steken uit den bodem banken van geelachtigen, kristallijnen kalksteen 535 met melkwitte vlekken en aders van calcietkristallen en grof kristallijnen calciet. Deze kalksteenbanken hebben een strekking N65°O en staan nagenoeg vertikaal (helling 85 ZZO).

Er tegen aan zuidwaarts volgen met denzelfden stand banken van rooden kristallijnen kalksteen 553, waarop onmiddellijk een calcietrijke kalkphylliet 536 volgt waarvan de lagen vertikaal staan.

De top van den reeds genoemden noordwestelijken voortop (274 M) van den Warlawan bestaat aan zijn noordzijde uit albiet-amphiboliet 561. In dat gesteente vallen reeds met het bloote oog enkele phenokristen op van nagenoeg onverweerden albiet. Aan de zuidzijde van dien top komt gemylonitiseerde kalksteen 564 voor.

De hoogste top werd nu aan zijn west-noordwestelijke zijde bestegen; de bodem bestaat daar eerst uit zeer sterk gedrukten, schisteuzen amandelsteen 554 en hooger op uit sterk gefrommelden phyllitischen schist 555.

Even na het middaguur werd de top (337 M) van den Woearlawan bereikt. Op den top is door een geringe verbreeding van den bergkam een vrij vlak terrein van geringe uitgestrektheid ontstaan, waarin een paar kleine karbouwenpoelen liggen. Aan de zuidzijde wordt dit kleine terrein, dat niet meer dan een twintig meters breed is, begrensd door banken van calcietrijken kalkphylliet 540 met strekking N65°O en helling 75° N waartegen aan noordwaarts kristallijne kalksteen 545 ligt, die niet te onderscheiden is van den kalksteen 535, die in het zadel voorkomt.

Iets meer westelijk komt de calcietrijke kalkphylliet weer te voorschijn; hij is hier (546) iets meer gemylonitiseerd dan op de juist

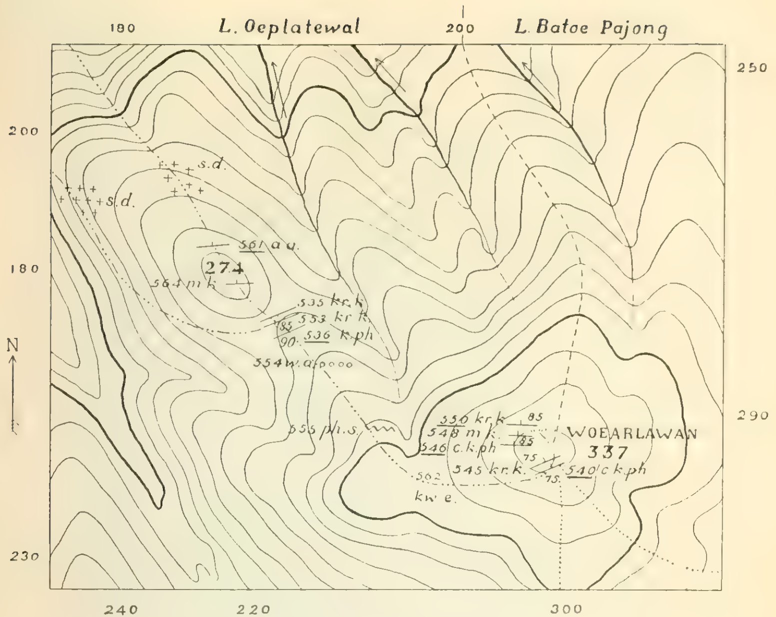


Fig. 3 *De Woearlawan en zijn omgeving*

1 : 6250

.... *Hoofdwaterscheiding*

- - - - - - - - *Nevenwaterscheiding tusschen het stroomgebied van de Oeplatewal en dat van de Batoe Pajong*

.. ——·——·—— *Gevolgde route*

Fig. 3. Legenda:

a. a.	albiet-amphiboliet	m. k.	gemylonitiseerde kalksteen, myloniet
c. k. ph.	calcietrijke kalkphylliet	ph. s.	phyllitische schist.
k. ph.	kalkphylliet	s. d.	schisteuze diabaas
kr. k.	kristallijne kalk	w. a.	gewalste amandelsteen
kw. e.	kwarts en epidoot in schist		

De onderstreepte cijfers duiden het voorkomen van gesteenten aan, die in Hoofdstuk II beschreven zijn.

genoemde plaats. Vlak er tegen aan naar Noord ligt een kalksteen 548, die zeer sterk is uitgewalst en in een typischen myloniet is veranderd met strekking O-W en helling 85 N tot vertikaal. Nog wat meer noordwaarts volgt hierop met gelijke strekking en helling een kristallijne kalksteen 550, wiens platen hoog uit den bodem uitsteken en aan de noordzijde een loodrechten wand van geringe hoogte vormen, die het kleine plateau van den top van den Warlawan naar het Noorden afsluit. Die kalksteen komt zeer veel overeen met den kalksteen 535, die in het zadel in banken uit den schist opsteekt, maar is er niet volkomen mede identiek. Stellig mag men aannemen, dat de dicht boven elkaar liggende kalkbanken 550 en 545 tot dezelfde zone van kristallijnen kalksteen behooren, waarvan ook de kalkbanken 535 in het zadel een deel uitmaken. Meer westwaarts behoudt deze kalksteen-zone klaarblijkelijk nagenoeg dezelfde strekking en kan men haar in het terrein vervolgen als een reeks van uit den grond opstekende, witte rotsen.

In deze kalksteen-serie werd in den genoemden rotswand aan de noordzijde van den top van den Warlawan een stuk verzameld, waarin de ingesloten ovale plekjes van gekristalliseerden calciet op verdrukte trochieten gelijken, zonder dat echter een ontwijfelbare bepaling mogelijk bleek.

Van den hoogsten top van den Warlawan is het uitzicht zeer fraai en omvat, behalve het geheele eiland Letti, de eilanden van de Moa-groep, Roma, Kisser en het oostelijk deel van Timor.

Op het eiland Moa domineert boven alles de berg Kerbau, terwijl dat eiland overigens, van hier gezien, nagenoeg geheel vlak schijnt te zijn.

Op Timor, waarvan slechts de begrenzing te zien was, geven verscheidene plots opstekende fatoe's een grillig verloop aan de luchtlijn van dat eiland.

Wat Letti zelf betreft, valt van dit hoogste punt vooral op, dat de algemeene helling van het gebergte naar het Zuiden steiler is dan naar het Noorden en de bergkam slechts naar het Noorden tal van uitloopers uitzendt, en dat daardoor de vlakke kuststrook aan de zuidzijde veel dichter het gebergte nadert dan aan de noordzijde.

Bij de afdaling werd van den voortop zoo veel mogelijk een

richting gevolgd, die lijnrecht naar de kampong Tomra voerde (zie fig. 3). Schisteuze basische eruptiva, waaronder schisteuze amandelsteen, bleken in de noord-noordwestelijke uitloopers van den Warlawan een groote rol te spelen. Van den voet van het gebergte werd een klein voetpad gevolgd door oude ladangs en hooge alang-alang, dat ten slotte weer naar het bed van de Beneden-Oeplatewal voerde.

3. VAN SERWAROE NAAR HET BRONGEBIED VAN DE OEPLATEWAL EN DE PALAK.

Het eerste gedeelte van deze route valt samen met die, welke gevolgd werd bij het bestijgen van den Woearlawan. Thans werd echter 800 M boven het punt van samenvloeiing van de Oeplatewal met de Palak niet de rechterzijtak van de Oeplatewal, maar de linkerzijtak gevolgd, die iets grooter is, en als de hoofdrivier, dus als de eigenlijke Oeplatewal, mag worden beschouwd.

In deze rivier komen in de rotswanden eerst dezelfde gesteenten voor, die meer oostelijk reeds in den rechterzijtak door ons waren aangetroffen, nl. achtereenvolgens phyllitische schist met talrijke kwartslenzen, geamphibolitiseerde schisteuze diabaastuf, amphiboliet en schisteuze diabaas. Op korten afstand boven het huis, dat op de schetskaart III met Oeplatewal is aangegeven verdeelt de rivier zich weder in tweeën en de rechterzijtak, waarin geen water stroomde, werd thans gevolgd. Bij het opstijgen werd achtereenvolgens amphiboliet, schisteuze diabaas en phylliet aangetroffen, terwijl dicht bij de waterscheiding banken van kristallijnen kalksteen voorkomen. Op de hoofdwaterscheiding werd eerst de G. Kerarna (224 M) bezocht. Deze bestaat uit banken van gewalsten, rooden kalksteen, met talrijke, sterk verdrukte, maar toch nog zeer goed herkenbare trochieten (596), stellig een permischen trochietenkalksteen. De strekking van dat gesteente is O-W met een helling van 45° naar het Noorden. In west-zuidwestelijke richting vertoont de bergkam slechts geringe hoogteverschillen; nabij den Kerarna (op 250 M afstand) ligt een verhevenheid, die er nauw mede samenhangt en als de zuidwestelijke top van den Kerarna zou mogen worden beschouwd;

deze bestaat uit kwartsiet 598, waarvan de lagen ruim 50° noordwaarts hellen waaronder aan de zuidhelling phyllitische schalies voor den dag komen. Meer oostwaarts werd van de hoofdwaterscheiding uit een noordelijke uitlooper van het gebergte gevolgd; daarop werd eerst phylliet aangetroffen, verder schisteuze, basische eruptiefgesteenten, verder noordwaarts muscoviet-biotiet-kwartsiet 600, die 60° naar Noord-Noordoost helt, daarna epidoot-chloriet-schist 603 en ten slotte kristallijne kalksteen 601, die volkomen overeenkomt met den kalksteen 545 van den top van den Warlawan. Van hier kan men trouwens in het terrein den dagzoom van dezen kalksteen hier en daar aan uitstekende rotsblokken tot naar den top van den Warlawan vervolgen.

Evenals op den Warlawan is van af dit deel van den bergkam zeer in het oog vallend, dat de algemeene helling van het centrale gebergte van Letti naar het Zuiden veel steiler is dan naar het Noorden.

4. VAN LAHOELÈLÈ NAAR TOLLOOI EN VAN DAAR OVER HET CENTRALE GEBERGTE NAAR TOMRA.

De kampong Lahoelèlè (Pl. VIII) is gebouwd op een terras van opgeheven rifkalk, ongeveer 12 M. boven den zeespiegel. Zeewaarts begint aan den voet van dit terras een nog levend koraalrif, dat bij eb grootendeels droog loopt. Dit rif eindigt westwaarts zeer plotseling, zooals op de kaart I is aangegeven. De omtrekken van het rif zijn van af de toppen der hooge heuvels, o. a. van den Warlawan, geschetst; van een hoog standpunt gezien zijn, doordat het ondiepe water boven de riffen door zijn lichte kleur scherp afsteekt tegen de diepblauwe tint van het aangrenzende, diepere water, de grenzen van riffen, ook zoo zij met zeewater bedekt zijn, met groote nauwkeurigheid te vervolgen en ook wel, wat de hoofdlijnen betreft, met juistheid op een kaart in te schetsen. Westwaarts vlak buiten de kampong Lahoelèlè komt schisteuze schalie al spoedig van onder den rifkalk te voorschijn en langs het pad, dat langs den voet der heuvels of op geringen afstand daarvan naar het Westen loopt (zie kaart II), worden als vaste gesteenten grauwacke-schalie, schisteuze

grauwacke-schalie en zanderige grauwacke-schalie, vrij steil noord-noordoostwaarts hellend, waargenomen. De rifkalk, hoewel hier door zand en gebergtegruis bedekt, grijpt vrij diep landwaarts in en omgeeft 2 KM ten Westen van Lahoelèlè een rotsgroep, den G. Ilie (33 M), die afgescheiden van het overige heuvelland staat. Dit bergje bestaat geheel uit banken van donkeren kalksteen, die 87° noordwaarts hellen. In dezen kalksteen komen slecht bewaarde, kleine schalen (broed) van ammonieten en ook trochieten voor; zooals reeds op pag. 19 werd aangegeven, is deze kalksteen met voorbehoud tot de permische afzettingen gerekend. De rifkalk langs den voet van den G. Ilie is, doordat hij vele brokstukken van dezen permischen kalksteen omsluit, overgegaan in een kalksteenconglomeraat met rifkalkcement.

Verder westwaarts blijft het pad op geringen afstand van de heuvels van permische grauwacke-schalie. Hier en daar liggen knollen kleiijzersteen, klaarblijkelijk uit deze gesteenten uitgeweerd, verspreid en ongeveer een kilometer verder boden de zeer weinig begroeide hellingen van den Woearlawan II of kleinen Warlawan (129 M) de gelegenheid een goed profiel van de permische sedimenten te kunnen doorzoeken. Knollen van kleiijzersteen zijn hier talrijk en zij zijn in bepaalde banken geconcentreerd. In die knollen zijn veelal fossielen als steenkernen sterk opgehoopt. Zeer zelden is iets van de schalen bewaard gebleven, wat o. a. bij enkele Productus-soorten het geval was. De permische fossielen zijn hier talrijk en beter bewaard dan in de omstreken van Lahoelèlè. Hier werd een zeer goed bewaarde steenkern van *Paralegoceras sundaicum* n. sp. Haniel gevonden, die hieronder in Hoofdstuk III is beschreven en afgebeeld, voorts ook *Propinacoceras transitorium* n. sp. Haniel, *Agathiceras sundaicum* n. sp. Haniel, een pygidium van een Phillipsia, een groot aantal brachiopoden, vooral Productiden met krachtige stekels, talrijke steelleden van crinoïden, eenige gastropoden en talrijke fragmenten van koralen en bryozoën. Deze fossielrijke, zanderige schalies en grauwacke-schalies met kleiijzersteen-concreties hellen naar het Noord-Noordwesten. De sedimenten zijn hier weinig schisteus en weinig veranderd. Hooger op de helling van den kleinen Warlawan liggen enkele dunne banken van grijzen en geelbruinen,

mergeligen kalksteen met trochieten tusschen de lagen van zanderige schalie in, welke kalksteen veel gelijkt op die van den G. Ilie.

De top van den G. Warlawan II is vlak en gekroond door een bedekking van horizontaal liggenden, plistoceenen rifkalk 710 van ruim 1 M dikte. In enkele stukken is in dezen kalksteen, die door oplossing en weder afzetting van koolzuren kalk overigens reeds bijna geheel structuurloos geworden is, nog duidelijk koraalstructuur te herkennen. Deze rifkalk gelijkt volkomen op de andere opgeheven rifkalken van Letti, bijv. van den Oemitinoene, van den Javanoea en van den Tiomessa. Voor al deze oude rifkalken wordt door ons een plistoceene ouderdom aangenomen.

Verder westwaarts tot nabij Tollooi blijft de geologische samenstelling van het terrein dezelfde.

Nabij de kampong Tollooi werd een pad ingeslagen dat noordwaarts over het gebergte naar Tomra voert. Eerst gaat dit pad door kajoepoetibosch, daarna langs een geïsoleerd steil heuveltje, den G. Miara of Miarra (101 M), dat geheel uit grijzen en geelbruinen permischen kalksteen met trochieten bestaat, gelijkend op de gesteenten van den G. Warlawan II en den G. Ilie.

Het pad gaat weldra steil opwaarts steeds door schisteuze schalie en kleilei, die ook nog het vaste gesteente vormen op de waterscheiding, welke bereikt wordt in het zadel tusschen de twee toppen G. Jerpoea (287 M) en G. Wokan (283 M) (zie kaart III). Noordwaarts bij het afdalen door het brongebied van de Palak worden als de heerschende gesteenten schisteuze, basische eruptiva en amphiboliet gevonden. Het pad gaat verder noordwaarts dicht langs of door de Palak naar de Beneden-Oeplatewal en door de bedding van die rivier naar Tomra.

Nagenoeg alle gesteenten, die in de vaste rotsen zijn waargenomen in het brongebied van de Oeplatewal, zoowel in de omgeving van den Woearlawan als meer westelijk bij den Wokan en den Jerpoea, als nog verder westelijk in de omgeving van den Kerarna, zijn ook daar door ons onder de rolsteenen van den benedenloop van de Oeplatewal gevonden. Eenige typen zijn echter uitsluitend in het riviergruis gevonden en de plaats hunner herkomst is ons onbekend;

dit geldt zoowel voor de verzameling, door VERBEEK in het bed van de Oeplatewal in het jaar 1900 bijeengebracht, als voor de onze.

5. VAN TOMRA NAAR HET WESTEN VAN HET EILAND.

Ten Westen van het punt, waar de Oeplatewal in de baai van Tomra uitmondt, strekt zich een breed strand uit en daarmede samenhangend een vlak terrein, waarop het westelijk deel van de kampong Tomra is gebouwd. Westwaarts is dit vlakke strand (zie kaart III) afwisselend smaller en breeder, al naarmate het laagste rifkalkterras meer of min het strand nadert en het eindigt 2 KM bewesten Tomra tegen een nagenoeg loodrechten wal van rifkalk; het strand wordt daar weder onbegaanbaar en het voetpad loopt boven op het terras. Op dat terras verheft zich een kleine, geïsoleerde, begroeide rots, de G. Iliedaai, die aan haar voet geheel door rifkalk is omgeven. Deze rots bestaat uit een gedrukten, geelachtig grijzen kalksteen 830 met veel calcietaders zonder fossielen (zie p. 42), die met voorbehoud voorloopig beschouwd wordt van permischen ouderdom te zijn. Aan de zeezijde wordt deze rots door een kalen, steilen wand begrensd, die overhangend is en door de wijze, waarop hij is geërodeerd, verraadt, dat de zee, geologisch gesproken nog niet lang geleden, tot hier heeft gestaan. Op haar top draagt deze rots nog de overblijfsels van een vroegere rifkalkbedekking (928).

Van hier zuidwaarts loopt het rifkalkterras langzaam op, totdat andere gesteenten en wel schisten er onder uit te voorschijn komen, die steil noordwaarts hellen. Zuidwaarts werd een bergspoor bestegen over het heuveltje Jareli (44 M) en het bergje Toetonauti (71 M), dat uit schisteuzen amandelsteen bestaat. Bij het hoogste punt, dat bereikt werd (79 M), komt schisteuze diabaas als vast gesteente aan den dag. Het heuveltje Woear Jat, dat ten Zuidoosten van den Iliedaai ligt, bestaat uit amphiboliet en epidoot-chloriet-schist 835 met strekking O25N en helling 50—80° naar Zuidoost. Evenals in het dal van de Oeplatewal staan de lagen der schisten en schisteuze basische eruptiva op deze bergspoor steil en wel in den regel met hellingen naar het Noorden, doch evenals daar komen ook hier hellingen in tegengestelde richtingen voor.

Naar de zeekust teruggekeerd, werd door ons verder westwaarts het voetpad gevolgd, dat tot de kampong Noewèwan over een terras loopt, dat uit koraalkalk en recente afzettingen bestaat.

Juist voor de kampong Noewèwan kruist de droge bedding van een riviertje het pad. Hierin liggen naast zeer talrijke schisten ook enkele rolsteenen van grauwackeschalie met onduidelijke steenkernen van permische fossielen.

Het rifterras wijkt hier landwaarts terug en het westelijk deel van de kampong Noewèwan is gebouwd op een zandstrand, deels op, deels achter een stormwal. Westwaarts vervolgden wij het pad, dat eerst het strand zelf is, verder een tiental meters hooger over het rifkalkterras verloopt. Een eindweegs voor den mond van de L. Noelaran of Noelorna buigt het pad zuidwaarts, verwijdert zich boven op het rifkalkterras van het strand en volgt daarna een eindweegs het dal van de Noelaran.

Wij verlieten iets verder het pad, dat meer zuidwaarts over de allerlaatste uitloopers der heuvels naar de kampong Sapiara aan de zuidkust voert (zie fig. 4), en volgden het bed van de rivier. Hooger op komen in die rivier grauwackeschalie en grauwackezandsteen voor den dag met strekking O25N en helling naar het Noorden. De Noelaran ontspringt uit twee bronrivieren. Het eerst werd de Kiasar bestegen die naar het Oosten het rivierdal afsluit. Deze heuvel bestaat uit eenigszins kalkhoudende grauwackeschalie 782; de strekking is in den regel N60W tot NW maar hier en daar buigen de lagen om tot een strekking NO. De helling is steeds naar het Noorden maar wisselt van zeer lage tot zeer hooge waarden af. Hier en daar is het gesteente zeer schisteus en uitgewalst. Met de schalies wisselen laagjes grauwackezandsteen af, waarin steenkernen van brachiopoden en trilobieten voorkomen, die niet bestembaar bleken te zijn. De schalies bevatten harde kleisteenconcreties, die hier niet rijker aan fossielen zijn, dan de omgevende schalie. Tusschen de schalies liggen ook enkele bankjes kalksteen met trochieten en in de onmiddellijke nabijheid van deze kalklaagjes zijn de schalies rijker aan fossielen dan elders.

In het brongebied is het bed van het riviertje zelf ingesneden in lagen van schisteuze grauwackeschalie 780 met strekking W25N

en helling 50° naar Noord, waarin behalve crinoïdenstelen ook brachiopoden en bryozoën voorkomen, eenigszins kwartsitischen arkosezandsteen 781 en mergelige grauwacke met talrijke bryzoën (792).

De G. Boernoewan (53 M), die het brongebied van de Noelaran

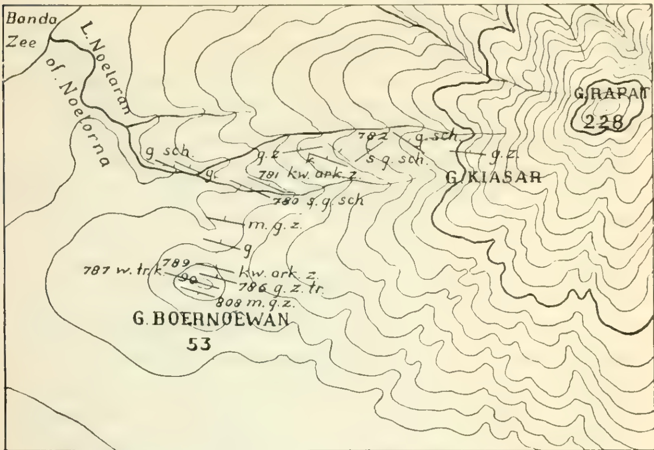


Fig. 4. Het zuidwestelijke einde van het heuvelland van Letti.
1 : 25.000.

Legenda:

g. grauwacke	m. g. z. mergelige grauwackezandsteen
g. sch. grauwackeschalie	s. g. sch. schisteuze grauwackeschalie
g. z. grauwackezandsteen	w. tr. k. gewalste trochieten-kalksteen
g. z. tr. grauwackezandsteen met trochieten	53 Hoogtecijfers
kw. ark. z. kwartsitische arkosezandsteen	787 Collectienummers

naar het Zuiden begrenst, is met ijl kajoepoeti-bosch begroeid, behalve den hoogsten top, die voor het aanleggen van ladangs is gebruikt. De noordelijke helling van dezen heuvel bestaat geheel uit grauwacke, mergelige grauwacke, hier en daar met harde, ijzerrijke concreties, mergeligen grauwackezandsteen met trochieten, kwartsitischen arkosezandsteen en min of meer schisteuze schalie. Op den hoogsten top komt gewalste trochieten-kalksteen 787 voor, waarvan de banken

met strekking W10N vertikaal staan. Daar tegen aan ligt aan de noordzijde een grauwackezandsteen 786 met tallooze trochieten en enkele brachiopoden, welk permisch gesteente niet te onderscheiden is van den bekenden devonischen Spiriferen-zandsteen uit het Coblentzien van de Eifel en aan de zuidzijde de mergelige grauwackezandsteen met muscoviet 808. Enkele der kalkbankjes zijn rijk aan bryozoën. In dit complex van lagen komen tusschen de schalies ook enkele bankjes van rooden zandsteen voor, die in habitus aan bontzandsteen herinneren. Met den Boernoewan eindigt in westelijke richting het heuvelland van Letti; tusschen dezen heuvel en het strand strekt zich een vlakte uit, 2 KM breed, met talrijke klapperboomen en een kleine kampong van enkele huizen, waarvan de naam mij niet bekend is.

6. VAN SERWAROE NAAR DE JAVANOEA-HEUVELS EN DEN EMDERI (zie kaart IV).

De hoofdplaats van Letti, Sĕrwaroe, ligt op een zandstrand slechts enkele meters boven het hoogste vloedpeil. Het pad naar de Javanoea-heuvels loopt van daar langs de kampong Toetoekei. Toetoekei (Pl. II) ligt ruim 12 M hooger dan Sĕrwaroe op een rifterras, dat naar zee toe een loodrechten rotswand vormt en daar ontoegankelijk is. Vlak voorbij de kampong Toetoekei stijgt het pad snel naar een tweede hooger gelegen koraalterras, waarin het ten deele is uitgehouwen. Landwaarts stijgt de rifkalk nog een eindweegs glooiend naar boven, maar op een hoogte van 41 M boven den zeespiegel komt een chloriethoudende serpentijnschist met strekking O10Z en steile helling naar het Noorden van onder dezen rifkalk voor den dag. Naar den G. Javanoea gaat deze schist in schisteuzen serpentijn en serpentijn over.

Het pad verdeelt zich op dat punt in tweeën; het eene gaat rechts een weinig naar beneden naar de bron Prigi-tiga aan den voet van den G. Emderi. Langs dit pad bestaat de rotsbodem uit een amphibolitisch gesteente, een gemetamorphoseerd schisteus stollingsgesteente uit de diabaasfamilie. De strekking van dat gesteente is N30W en de lagen staan vertikaal. In deze schist zijn nabij de put Prigi-tiga stukken van verschillende gesteenten ingesloten, waar-

door een conglomeraat met schisteement is ontstaan. VERBEEK vermeldt uit dat conglomeraat afgeronde brokstukken van diabaastuf of schaalsteen. Wij vonden als losse stukken in dat conglomeraat diabaas en geamphibolitiseerden diabaas met crossiet 619.

VERBEEK deelt mede, dat het water dat in geringe hoeveelheid bij deze bron opwelt, voor den dag komt op de grens tusschen dat conglomeraat en permischen crinoïden-kalksteen, die er discordant op zou rusten. Door ons is bij de bron Prigi-tiga geen enkel stuk van dat gesteente gevonden en ook in de omgeving is door ons nergens crinoïden-kalksteen, discordant op den schist rustend, waargenomen.

Even beneden de bron steekt een plaat van kalksteen, schijnbaar concordant, uit den schist (verg. p. 37), welke kalksteen bij mikroskopisch onderzoek bleek globigerinen te bevatten en wel in hoofdzaak *Globigerina Linnaeana* d'Orb.[1]) spec. Het gesteente gelijkt volkomen op boven-jurassischen (misschien onder-cretaceïschen) globigerinen-kalksteen uit het Boeroekalk-complex op het eiland Boeroe, en ook op Timor komt globigerinen-kalksteen voor, die er zeer veel mede overeenkomt. Een boven-jurassische ouderdom is dus voor dezen kalksteen van Letti zeer waarschijnlijk. Er werd slechts één stuk van gevonden en het was niet mogelijk uit te maken, in welk verband dat gesteente hier voorkomt.

Het tweede der beide paden, waarvan hierboven sprake was, gaat van het vorkpunt langs de west- en zuidwesthelling van den Javanoea over serpentijn en schisteuzen serpentijn, waarop blokken van velerlei gesteenten verspreid liggen, waarover later meer zal worden meegedeeld. Van de helling van den Javanoea gaat het pad dan in zuidelijke richting naar beneden naar een klein plateau of zadel (64 M), dat de Javanoea-heuvelgroep met den Emderi verbindt.

De bodem is daar begroeid en met losse blokken bedekt, maar hier en daar kan worden waargenomen, dat de rotsbodem daaronder uit schist, in hoofdzaak wel gemetamorphoseerden diabaas, bestaat.

Zooals reeds VERBEEK vermeldt, vormt deze kleine vlakte de waterscheiding tusschen het beekje van de Prigi-tiga, dat in de Wer Mian valt, eenerzijds en een bronriviertje van een stroompje,

[1]) Deze soortsbepaling dank ik aan Prof. J. WANNER.

dat bij Batoemejau zich in straat Moa ontlast, anderzijds. Het laatste bronriviertje ontspringt van uit een zwakke bron, die even als de put Prigi-tiga aan den voet van den G. Emderi ligt. Het water komt uit spleten in schisteuzen diabaas en diabaastuf voor den dag, wat VERBEEK ook vermeldt.

Het lijdt wel geen twijfel, dat zich langs den oostvoet van den G. Emderi tusschen den serpentijn van den Javanoea en van den Emderi een strook van schist, min of meer tot amphiboliet gemetamophoseerden diabaas en schaalsteen, uitstrekt, waaruit in enkele bronnen een kleine hoeveelheid water opwelt.

De G. Emderi zelf is een smalle, kale heuvelrug, die nagenoeg in noord-zuidelijke richting verloopt. Hij is 1750 M lang bij een gemiddelde breedte van 200 M. De gemiddelde kamhoogte is 130 M. De hoogste top ligt in het midden en is 156 M hoog en steil aan zijn zuidzijde; een tweede hoogte, die veel geleidelijker in den kam overgaat dan de hoogste top, is 94 M hoog, en ligt aan het noordeinde van den heuvelrug; op eenigen afstand van den hoogsten top ligt naar het Zuiden nog een derde top, die 136 M hoog is, en niet door ons werd bezocht.

Het grootste gedeelte van den Emderi bestaat uit serpentijn, die veelal sterk verweerd en ontleed en op de meeste plaatsen duidelijk schisteus is met strekking N50O en helling 85° naar Oost. Hier en daar zijn nog overblijfselen van den lherzoliet te herkennen, waaruit de serpentijn is ontstaan.

VERBEEK deelt mede, dat dicht bij den hoogsten top als vast gesteente diabaastuf voorkomt en dat daarop plaatselijk een weinig permische kalksteen met strekking O—W en helling 62° naar Noord ligt. Door ons werd bij dien top een schist aangetroffen, die zeer wel een gemetamorphoseerde diabaas kan zijn, en daarin aan de oppervlakte groote stukken van schisteuzen, kristallijnen kalksteen met veel muscoviet 529, 531 en 649, die misschien als een bank concordant in den schist heeft gelegen. Dit kon evenwel bij de sterke begroeiing van het terrein met zeer hooge alang-alang niet met absolute zekerheid worden uitgemaakt om welke reden door ons voorloopig is aangenomen, dat deze kalksteen als losse blokken boven op den serpentijn en den schist ligt (zie p. 30).

Magnesiet komt op verscheidene plaatsen in den serpentijn van den G. Emderi voor (zie p. 74 en kaart IV).

De losse steenstukken, hier en daar door de inlanders tot ruwe omwallingen van vroegere woningen opeengestapeld, die bijna overal op den G. Emderi talrijk zijn, bestaan voor het grootste gedeelte uit serpentijn, terwijl daarnevens ook nog stukken van min of meer geamphibolitiseerden diabaas en melaphyr-amandelsteen en kristallijnen kalksteen met muscoviet voorkomen. Naast de stukken, wier herkomst gemakkelijk aan te toonen is, komen ook enkele stukken van augiet-andesiet en van kalkzandsteen met muscoviet voor [1], die nergens op het eiland als vast gesteente zijn aangetroffen en wier herkomst raadselachtig is.

De westelijkste heuvel van de Javanoea-groep heet G. Javanoea en de naam van de geheele heuvelgroep is daaraan ontleend.

De G. Javanoea, de hoogste heuvel van de groep, 87 M hoog, bestaat uit serpentijn; overal komt dit gesteente te voorschijn tusschen de veelsoortige blokken van gesteenten, waarmede zijn hellingen bedekt zijn, maar het is het best ontbloot in een kleine groeve, die aan zijn zuidoostelijken voet is aangelegd en op de kaart is aangegeven. In deze groeve is de serpentijn bijzonder fraai groen van kleur. Vrij laag aan de noordwestelijke helling van den Javanoea komt in den serpentijn ook magnesiet voor.

De Manoepoera (86 M), die door een smal zadel met den Javanoea is verbonden, bestaat evenals de geheel onbegroeide Jalimera uit serpentijn. Ook de Oemitinoene bestaat uit serpentijn, maar deze is hier zeer schisteus en schijnt hier en daar met schisteuzen diabaas af te wisselen. Aan den noordoostvoet van dezen heuvelrug bestaat het terrein weer uit amphiboliet (geamphibolitiseerden, schisteuzen diabaas), die ook nog lager tot nabij het strand hier en daar van onder den koraalkalk te voorschijn komt. Het geheel vlakke terrein langs de kust tusschen Sĕrwaroe en Batoemejau bestaat uit koraalkalk in twee duidelijke, zeer zwak zeewaarts hellende terrassen, die gemiddeld 8 en

[1]) VERBEEK vond op den Emderi insgelijks een stuk kalkzandsteen met muscoviet (VERBEEK's collectie N° 199) en een stuk adinool (N° 203).

16 M boven den zeespiegel liggen. Aan het hoogste terras sluit zich oudere rifkalk aan, die de glooiingen der heuvels tot vrij aanzienlijke hoogte bekleedt. Juist ten Zuiden van Toetoekei reikt de rifkalk tot 58 M hoogte; ook de noordhelling van den Javanoea draagt grootendeels zulk een rifpantser en een geïsoleerde schol van rifkalk ligt zelfs tegen den top van dien heuvel; op den Oemitinoene neemt de rifkalk een bescheiden ruimte in, maar de noordhelling van den Jalimera is er geheel mede bedekt. Ook aan de zuidzijde van de Lokke Batoemejau bestaat een begroeide heuvel, die ruim 70 M hoog is, uit dezen ouderen rifkalk. Op enkele plaatsen is duidelijk te zien, dat deze rifkalk niet in de eerste plaats uit koralen, maar uit foraminiferen is samengesteld. Op den G. Oemitinoene bestaat hij bijv. bijna uitsluitend uit de schalen van *Amphistegina Lessonii* d'Orb. en gelijkt sprekend op den hoog boven zee opgeheven rifkalk op Timor, die op vele plaatsen, bijv. bij het bivak Kapan, nagenoeg uitsluitend uit schalen van dezen foraminifeer is samengesteld.

Naast duidelijk als zoodanig herkenbaren rifkalk komt ook een tufachtige kalksteen, evenals de rifkalk zwak hellend aan de oppervlakte liggend, voor, die travertien moet genoemd worden. Deze is in de meeste gevallen zoo nauw met den nog als zoodanig herkenbaren rifkalk verbonden, dat wij niet aarzelen hem daar te beschouwen als rifkalk, die door oplossing en wederafzetting van koolzuren kalk dit travertienkarakter heeft verkregen; op andere plaatsen, zooals nabij den top van den G. Javanoea en ook nabij het hoogste gedeelte van den G. Emderi, komt zulke travertien voor, niet in onmiddellijk verband met rifkalk.

Toch meen ik dat men ook hier met, door erosie nagenoeg geheel weggevoerde, fragmenten van sterk veranderden rifkalk te doen heeft. Het zou zeer moeielijk zijn zich een andere wijze van ontstaan van een oppervlakkigen kalksteen op deze serpentijnheuvels te denken en de wijze, waarop in beide gevallen de kalksteen zich tot den onderliggenden serpentijn verhoudt, schijnt mij steun aan mijne meening te geven.

Onder den rifkalk is namelijk de serpentijn overal tot een diepte van 20 centimeter, of nog iets meer, geheel ontleed en veranderd in

een witte, zeer kalkrijke aarde met serpentijnstukjes, dus tot een fijne serpentijnbreccie met rijk kalkcement; het kalkgehalte in dit oppervlakkige verweeringsprodukt van serpentijn is zonder twijfel aan de rifkalkbedekking ontleend. Juist op dezelfde wijze is onder den travertien de serpentijn in een fijne breccie met kalkcement veranderd. Het ligt dus voor de hand te denken, dat ook hier vroeger een kalkbedekking van rifkalk zal hebben gelegen, die bij zijn oplossing aan het bodemwater een sterk kalkgehalte heeft gegeven, en dat bij langzame verweering aan de oppervlakte uit den serpentijn een fijne breccie met kalkcement is ontstaan.

Ik meen dus niet het recht te hebben, de oppervlakkige travertienbanken van geringe dikte op den serpentijn van den G. Emderi en op enkele heuvels in de Javanoea-heuvelgroep te scheiden van de oppervlakkige schollen van plistoceenen rifkalk, en beschouw beiden als de laatste overblijfselen van een plistoceene rifkalkbedekking.

Op de schetskaart IV is aangegeven, hoe de exotische blokken over de heuvelgroep verspreid zijn. Enkele bijzonder merkwaardige blokken of groepen van blokken zijn afzonderlijk aangegeven.

Aan de noord- en noordwesthelling van den Javanoea liggen talrijke blokken van oud-mioceene lepidocyclinenbreccie, meestal onregelmatig dooreen, maar hier en daar schijnbaar in ruwe lagen, zwak noordwaarts hellend, opgestapeld. Blokken van deze breccie kan men overal op de Javanoea-heuvels en ook aan den voet van den Tiomessa vinden, maar zij zijn het talrijkst hier op den eigenlijken Javanoea. Permbrokken zijn niet zeer talrijk op den Javanoea maar het eenigste stuk Permkalksteen met *Doliolina lepida* var. *lettensis* n. Schub., dat door ons op Letti is aangetroffen, werd op de noordwestelijke helling van den Javanoea gevonden. Permische trochieten-kalksteen ligt in talrijke blokken tusschen het reeds genoemde groefje en het smalle zadel tusschen Javanoea en Manoepoera. Op dat zadeltje verheft zich een klein kopje, een met struikgewas begroeide steenhoop. Deze is niet door menschen opeengestapeld. Die steenhoop bestaat uit blokken van trias-kalksteen met radiolariën, trias-kalksteen met halobiën, trias-zandsteen met kalkcement en rooden en witten radiolariet. Aan weerszijden van het kopje liggen vele blokken van permischen trochieten-kalksteen, zoodat men den indruk

verkrijgt, dat hier in den serpentijn een kleine trog van Perm- en Triasgesteenten is ingeplooid. Bij nader onderzoek blijkt serpentijn echter overal onder en tusschen de blokken het vaste gesteente te vormen.

Op den Oemitinoene liggen blokken van halobiën-kalksteen in zoo groote hoeveelheid op en in den serpentijn, dat misschien wel een derde gedeelte van alle blokken op den heuvel uit dat gesteente bestaan. Radiolariet, trias-kalksteen met radiolariën en zandsteen met muscoviet liggen overal op de Javanoeaheuvels en op het zadel tusschen die heuvels en den Emderi verspreid, maar de beide laatste gesteenten, evenals ook kalkhoudende zandsteen, zijn bijzonder overvloedig te vinden in de nabijheid van het groefje. Op den Jalimera liggen veel minder blokken dan op de andere heuvels van de Javanoeagroep; zij zijn daar zelfs zeldzaam.

De geologische beteekenis en de vermoedelijke herkomst van deze blokken is hierboven (p. 40 en volg.) besproken.

7. OVER DEN MAGNESIET IN HET SERPENTIJNGEBIED VAN LETTI.

Een afzonderlijke bespreking verdient het voorkomen van magnesiet op het eiland Letti.

Voor zoover mij bekend is, werd magnesiet van het eiland Letti het eerst vermeld door VERBEEK, die het voorkomen van dit mineraal aan de noordoosthelling van den G. Emderi waarnam.

Magnesiet komt in verweerden en min of meer ontleeden serpentijn voor zoowel op den Emderi als aan de westhelling van den Javanoea (zie kaart IV).

Langs de geheele oostelijke helling is de Emderi, wat reeds op een afstand te zien is, als het ware bezaaid met witte plekjes, welke vooral na afbranden van de hooge alang-alang duidelijk te voorschijn komen. Deze witte plekjes bleken bij onderzoek veroorzaakt te worden door aders en nesten van magnesiet [1]), die onregelmatig in den serpentijn verspreid liggen.

Op vier plaatsen, die op de kaart met cijfers zijn aangegeven,

[1]) De magnesiet vertoont oppervlakkig fraaie oplossingsverschijnselen, welke door ESCHER in Hoofdstuk VI afzonderlijk zijn beschreven.

werd het voorkomen van den magnesiet nader door het graven van sleuven onderzocht.

Sleuf N°. 1. Deze sleuf bereikt men door van de put Prigi-Tiga langs den steilen linkeroever van een zijtakje van de Wer Mian een eindweegs op te stijgen. Zij ligt ongeveer 70 M boven den zeespiegel. De sleuf werd aangebracht in sterk veranderden serpentijn, die onregelmatig met magnesietaders is doorzet. De aders, die dikwijls verscheidene centimeters dik zijn, besloegen in het begin ongeveer een derde van het in de sleuf blootgelegde oppervlak. De sleuf was toen ongeveer één meter breed en één meter hoog. Op een diepte van 2 M in het gebergte nam de hoeveelheid magnesiet belangrijk af, tot ongeveer $^1/_5$ van de blootgelegde oppervlakte. Het gesteente, de serpentijn, was daar minder ontleed, en de magnesiet was over talrijke, fijne aders verdeeld.

Sleuf N°. 2. Deze ligt op een hoogte van ongeveer 90 M boven den zeespiegel in denzelfden bergwand, nabij den noordtop van den Emderi. Hier verloopen eenige 10 centimeter dikke en eenige dunnere aders van magnesiet in veranderden serpentijn. De totale hoeveelheid magnesiet bedroeg hier in den aanvang $^1/_3$ van het in de sleuf ontbloote oppervlak, en bleef vrij wel constant, zoodat op een diepte van $2^1/_2$ M in den bergwand in de sleuf de verhouding tusschen den magnesiet en het nevengesteente, den veranderden serpentijn, slechts weinig was gewijzigd.

Sleuven N°s. 3 en 4. Deze werden aangelegd op den ondiepen nek tusschen de beide toppen van den G. Emderi op een weinig hellend terrein. Magnesiet komt hier aan de oppervlakte in serpentijn en serpentijnconglomeraat in vrij groote hoeveelheid voor. Bij het maken der ingravingen bleek echter alras, dat men hier met een oppervlakkige vorming te doen heeft, want in beide sleuven was het magnesietgehalte op een diepte van 50 tot 70 centimeter reeds tot nagenoeg niets gedaald.

Het gebied, waar tegen de berghelling van den Emderi de magnesiet aan de oppervlakte te voorschijn komt, is ongeveer 300 M lang en ligt tusschen 60 en 100 M boven den zeespiegel.

De magnesiet is stellig een ontledingsproduct van den serpentijn en is, voorzoover onze waarnemingen reiken, beperkt tot de gedeel-

ten, die door koolzuurhoudend bodemwater sterk zijn veranderd. Gelegenheid tot ophooping in spleten, die zich tot groote diepte voortzetten, schijnt hier niet geweest te zijn. Men mag derhalve verwachten, dat het voorkomen van den magnesiet niet diep zal gaan, maar tot het oppervlakkige gedeelte van het terrein zal beperkt zijn. De totale aanwezige hoeveelheid is vrij aanzienlijk, maar het erts is in vrij dunne aders in het gesteente verspreid, zoodat bij ontginning de scheiding van erts en nevengesteente niet heel eenvoudig zou zijn te bewerkstelligen. Het voorkomen van magnesiet aan de westhelling van den Javanoea komt in alle opzichten met dat van den Emderi overeen, maar is onbeduidend.

Voor exploitatie kan de magnesiet van het eiland Letti niet in aanmerking komen, voornamelijk omdat voldoende concentratie ontbreekt.

Toch verdient het in het algemeen aanbeveling, aan dergelijke voorkomens van magnesiet aandacht te schenken. Immers, omdat serpentijn in het oostelijk deel van den Oost Indischen archipel [1]) een zeer groote verspreiding bezit en op vele plaatsen daarin reeds het voorkomen van magnesiet is bekend geworden, is het gewettigd de mogelijkheid te veronderstellen, dat hier of daar de concentratie van dit mineraal voldoende zal zijn geweest, om ontginbare magnesietafzettingen te doen ontstaan.

C. De geologische geschiedenis van het eiland Letti, afgeleid uit de verkregen resultaten.

Het grootste gedeelte van het palaeozoïsche tijdperk en al hetgeen daarvoor ligt heeft op het eiland Letti en de omliggende eilanden geen tastbare sporen achtergelaten, waaruit men iets omtrent de geologische geschiedenis van die eilanden in dien tijd zoude kunnen besluiten. Uit het ontbreken van alle bezinkingsgesteenten mag de

[1]) Schrijver vond magnesiet in gabbro en serpentijn in niet onbelangrijke hoeveelheid bij den Tandjong api aan het zuidstrand van de baai van Tomini. Op het eiland Moa komt magnesiet in de berg Kerbau in peridotiet en serpentijn voor.

onderstelling geopperd worden, dat in die oudste tijden der geologische geschiedenis of althans in het grootste gedeelte van het palaeozoïsche tijdperk Letti en de omringende eilanden niet door de zee bedekt en dus land zijn geweest, mits niet vergeten worde dat iedere gevolgtrekking, uit negatieve kenmerken gemaakt, uit den aard der zaak onbewezen en onzeker is.

Eerst met het laatste gedeelte van de palaeozoïsche aera, toen de permische periode begon te dagen, is met zekerheid iets omtrent Letti bekend, en wel, dat toen die streek door een ondiepe zee was bedekt.

Toen werd er een serie van sedimenten afgezet, wier dikte, voor zoover zij thans zichtbaar is, naar schatting omstreeks 2000 M bedraagt, bestaande uit kleischalie, kalkhoudenden kleischalie, kalkhoudenden grauwacke, mergel, mergeligen kalksteen, zandsteen, grauwackezandsteen en kwartsiet, alle afzettingen, die in een vlakke zee, op niet zeer grooten afstand van de kust, moeten zijn bezonken. Hun grootte dikte, gepaard aan vrijwel gelijkblijvend bijlandsch karakter, wijst er op, dat langzame daling van den bodem hand aan hand met de afzetting dezer sedimenten ging, dat dus in dit deel van den Oost-Indischen archipel in Permischen tijd reeds geosynclinale toestanden bestonden of althans werden ingeleid. Tegelijk met het afzetten van deze sedimenten hadden erupties van basische stollingsgesteenten plaats en ten gevolge daarvan komen thans concordant tusschen de lagen der sedimenten banken van basische tuf (typen: diabaastuf) en schaalsteen, en ook amandelsteen, voor. Hieruit volgt, dat ten tijde der bezinking dezer sedimenten aschserupties plaats hadden en lavastroomen tot uitvloeiing kwamen.

Wat is de juiste ouderdom dezer lagen?

Het onderzoek der fossielen, zoowel uit deze lagen als uit overeenkomstige afzettingen op het eiland Timor, stelt ons in staat deze vraag met voldoende zekerheid te beantwoorden.

Nabij den berg Somoholle op Timor en niet ver daar vandaan in de groep heuvels, door ons „de Graskopjes" genoemd, komen afzettingen voor die, wat faciës betreft, aan die van Letti herinneren en een overgang vormen tusschen de kalkrijke sedimenten, die men elders op Timor in het onderste Perm aantreft, en de slib- of klei-

rijke sedimenten met geringer kalkgehalte van het eiland Letti.

De rijke fauna van de afzettingen van den Somoholle behoort in het oudste gedeelte van den Palaeo-Dyas; iets jonger, maar ook stellig palaeo-dyadisch, is insgelijks op Timor de fauna van de afzettingen bij Bitauni met hun grooten rijkdom aan ammonieten; iets ouder daarentegen, zeer waarschijnlijk behoorend tot de grenslagen tusschen Carboon en Dyas, is die der Graskopjes, die veel fusulinen bevat.

De fauna der afzettingen op Letti vertoont analogiën, zoowel met die van de Graskopjes, als met die van de omgeving van Somoholle en met die van Bitauni.

De brachiopoden, waaruit volgens het onderzoek van BROILI (zie hoofdstuk V) niet kan worden afgeleid, of Palaeo-Dyas of Neo-Dyas is vertegenwoordigd, gelijken veel op die van den Somoholle en van Bitauni, maar zijn toch niet daarmede identiek, wat wellicht door hun bijlandsche, terrigene faciës, die zich van die op Timor door grooter slibgehalte onderscheidt, verklaard kan worden.

De ammonieten komen geheel met die van Bitauni overeen, en wijzen stellig op Palaeo-Dyas.

De fusulinen, die slechts door enkele exemplaren in de mergels in den G. Oepmiroe zijn vertegenwoordigd, komen met die der Graskopjes overeen en wijzen volgens SCHUBERT op Boven-Carboon. Echter is als los stuk in het blokveld op den G. Javanoea op Letti *Doliolina lepida* Schwag. var. *lettensis* n. gevonden (zie hoofdstuk IV) welke vorm SCHUBERT tot het Perm rekent.

Het karakter der fauna van de permische afzettingen op Letti laat ons toe hen tot Palaeo-Dyas te rekenen, en, bij de opvallend groote petrographische en faunistische overeenkomst van een deel van het complex van lagen op Letti met dat van de Graskopjes op Timor, *meen ik de afzettingen op Letti in het alleronderste deel van het Perm, dus in de onderste afdeeling van den Palaeo-Dyas te mogen stellen.* Ik neem daarbij dus aan, dat enkele der boven-carbonische fusulinen op Letti nog tot in het onderste gedeelte van den Palaeo-Dyas hebben geleefd.

Het Perm, en wel zijn onderste afdeeling, de Palaeo-Dyas, komt dus op het eiland Letti voor in een ontwijfelbaar bijlandsche slib-

faciës, afwijkend van de andere Permafzettingen, die tot nu toe in den Indischen Archipel zijn aangetroffen.

De fauna van deze afzettingen, welke zich zeer nauw aan die van Timor aansluit, vertoont groote verwantschap met die van de Salt-Range, van Artinsk en van Sosio, en bewijst, dat reeds in den oud-permischen tijd de Tethys-zee zich van het mediterrane gebied door het Himalaja-gebied tot in den Indischen archipel uitstrekte. Interessant is, dat op het eiland Letti, zij het dan ook slechts in een los stuk uit de blokvelden, een representant van de meer gecompliceerde of hooger ontwikkelde fusulinen-fauna van het Perm, welke op Timor geheel ontbreekt, is aangetroffen, nl. *Doliolina lepida* Schwag. var. *lettensis* n., door welke vondst een tegenstelling tusschen het Perm van Oost-Azië en dat van de Molukken komt te vervallen.

Het verdient ook vermelding, dat het Onder-Perm, evenals bijna overal elders op aarde, ook in dit gebied een tijdperk van levendige vulkanische werkzaamheid blijkt geweest te zijn.

In den tijd tusschen Perm en Mioceen werden in de noordelijke helft van het eiland basische stollingsgesteenten uit de diabaas-familie als intrusive platen tusschen de lagen van het complex van permische sedimenten ingeperst; in de zuidelijke helft ontbreken deze stollingsgesteenten. Ten gevolge daarvan zullen zonder twijfel de sedimenten min of meer door contactmetamorphose zijn veranderd. Het is zeer wel mogelijk, dat op vergelijkbare wijze de serpentijn van de Javanoeaheuvels en den Emderi, zooals op de profielen is voorgesteld, als inpersingen van grooten omvang in de sedimenten moet worden opgevat. Stukjes van serpentijn en van veranderde basische stollingsgesteenten komen ingesloten in de oud-mioceene lepidocyclinen-breccie voor en daarom mag het waarschijnlijk geacht worden, dat de oppersing zoowel van den serpentijn als van de andere basische stollingsgesteenten tusschen Perm en Mioceen heeft plaats gehad.

Later, dus na het Oud-Mioceen maar vóór de afzetting der plio-plistoceene rifkalken, zijn de genoemde vormingen van het eiland Letti opgericht, geperst, somtijds uitgewalst en hier en daar schubvormig over elkaar geschoven door bergdruk, die in een richting van Noord naar Zuid, dus naar het Australische continent toe, was gericht.

Zoowel de sedimenten als de basische stollingsgesteenten, die er samen mede voorkomen, werden krachtig dynamometamorph veranderd, de basische intrusiva tot basische schisten, in hoofdzaak amphibolieten, de aangrenzende, door contact-metamorphose reeds min of meer veranderde, sedimenten tot kristallijne schisten van uiteenloopend karakter, de serpentijn tot serpentijnschist, de onveranderde sedimenten van het zuidelijk deel van het eiland tot phyllitische en schisteuze schalies en, wat den kalksteen betreft, tot kristallijne kalken. Hier en daar zijn de sedimenten tot mylonieten uitgewalst.

In dien zelfden tijd, tusschen Oud-Mioceen en Plio-Plistoceen, moet men zich ook denken, dat het materiaal der blokvelden, die op meer dan op één plaats nabij de noordkust van het eiland en wel in hoofdzaak op en in de onmiddellijke nabijheid van de serpentijn-kernen van de Javanoea-heuvels en den Emderi voorkomen, ter plaatse is gebracht waar het nu wordt gevonden. Omtrent de wijze, waarop dit is geschiedt, is men op vermoedens aangewezen en het moge voldoende zijn hier naar de bespreking der verschillende mogelijkheden op pp. 40—46 hierboven te verwijzen; alleen wensch ik er aan te herinneren, dat volgens een van die mogelijke voorstellingen (zie p. 44), of de serpentijn met de elementen der blokvelden te zamen, of de bestanddeelen der blokvelden alleen, de overblijfsels zouden zijn van een overschuivingsblad, dat door de juist genoemde bergvormende bodembewegingen [1]) van uit het Noorden of Noord-Noordwesten over de permische kern van het eiland Letti zou zijn geschoven [2]) en dat de herkomst der exotische blokken uit de blokvelden op grooteren of kleineren afstand noordwaarts van het eiland Letti moet gezocht worden.

Blijft dus de herkomst der exotica en de wijze van ontstaan der

[1]) Met deze opvatting laat zich het feit goed rijmen, dat de afzettingen, waarvan de brokstukken als exotica in de blokvelden voorkomen, door bergdruk op overeenkomstige wijze blijken veranderd te zijn als het geval is met de afzettingen, die in de genoemde kern op Letti als vast gesteente voorkomen.

[2]) Misschien zijn de permische kern van Letti, de serpentijn en de elementen der blokbestrooiing allen slechts onderdeelen van een en hetzelfde veeldeelige overschuivingsblad, waartoe dan het geheele eiland Letti, behalve de jongste vormingen, zou behooren, en waarvan noch vloer noch dak ons bekend zou zijn.

blokvelden op Letti tot nog toe een onopgelost raadsel, toch leeren de blokken iets omtrent den geologischen toestand, waarin dit kleine deel der aardkorst zich in den tijd tusschen Perm en Plioceen bevond.

Immers, hoewel onverplaatste afzettingen uit het Mesozoïcum en uit het tertiaire tijdperk op Letti niet bekend zijn, zijn in het blokveld verschillende afdeelingen van die geologische tijdperken door exotische blokken vertegenwoordigd. Trias en Jura zijn in hoofdzaak als abyssische radiolarieten en abyssische tot bathyale kalk- en kiezelgesteenten met halobiën, belemnieten, radiolariën en globigerinen aanwezig, doch ook vlakzee- en bijlandsche afzettingen komen voor, waartoe onder meer een zandsteen met plantenresten, die zeer waarschijnlijk boven-triadisch is, behoort. Tot het Krijt en wel Boven-Krijt wordt door Schubert gerekend een kalksteen met *Globigerina Linnaeana* d'Orb., die op één plaats als een groote plaat voorkomt, waarvan het onzeker is of het al dan niet vast gesteente is, en voorts als kleinere brokstukken vrij talrijk ingesloten in groote blokken van een kalksteen-breccie van oud-mioceenen ouderdom.

Uit een en ander volgt, dat in het Mesozoïcum Letti deel uitmaakte van een geosynclinale, de Tethys-geosynclinale, waarin op deze plaats meestal abyssische en bathyale condities hebben geheerscht, welke echter ook door vlakzee-condities onderbroken zijn geweest.

Het Eoceen heeft geen spoor achtergelaten, maar het Mioceen, en wel het Oud-Mioceen is in de blokvelden rijkelijk vertegenwoordigd door kalkbreccies en conglomeraten met talrijke skeletten van koralen en van nabij de kust benthonisch levende foraminiferen, naar het meest opvallende type lepidocyclinen-breccie genaamd. Hieruit volgt, dat in mioceenen tijd of althans in oud-mioceenen tijd de zee in dit gedeelte van den archipel ondiep was. Waarschijnlijk verhief zich de streek, waartoe Letti behoort, daarna boven de zee en werd tot een schiervlakte genivelleerd die tegen het einde van het plioceene tijdperk onder den zeespiegel daalde.

In ieder geval is in het laatste gedeelte van het plioceene tijdperk het eiland Letti geheel of nagenoeg geheel onder de zee bedolven geweest en sinds dien is het geleidelijk, maar niet gelijkelijk, tot zijn tegenwoordige hoogte opgeheven, hetgeen blijkt uit

de overblijfselen van horizontaal of zwak zeewaarts hellende kalkriffen, die op verschillende hoogten boven den zeespiegel zijn gelegen. Waarschijnlijk is gedurende de opheffingsperiode het eiland telkens door een min of meer gesloten ring van strandriffen omgeven geweest, die door erosie thans weder bijna geheel zijn verdwenen. Slechts hier en daar zijn enkele resten overgebleven, zooals op 115 en 134 M hoogte op den Tiomessa en op 129 M hoogte op den Woearlawan II als schollen van rifkalk van geringe uitgebreidheid, voorts op geringere hoogte als meer samenhangende rifbedekkingen, zooals in de Javanoea-heuvels en nabij het oosteinde van het eiland. Min of meer geleidelijk gaan die plio-plistoceene rifkalken in de recente en nog levende over; een of twee terrassen van opgeheven horizontalen rifkalk omzoomen nagenoeg het geheele eiland en sluiten zeewaarts aan den rifkalk en de conglomeraten met rifkalkcement in de brandingszone, die weer geleidelijk overgaan in de nóg levende strandriffen, welke in verschillende graden van ontwikkeling en uitgebreidheid nagenoeg het geheele eiland omsluiten.

De plio-plistoceene en recente rifkalk leeren met stelligheid, dat het eiland Letti sinds het plistoceene tijdperk steeds, zij het dan ook niet overal even sterk en niet onafgebroken, maar met kortere of langere tusschenpoozen, die tot de vorming van terrassen aanleiding hebben gegeven, ten opzichte van den zeespiegel is opgeheven, en dat het gemiddelde bedrag dier opheffing minstens 134 M is geweest, maar waarschijnlijk grooter mag worden geschat.

Uit de opheffing van zeer jongen rifkalk en van brandingsconglomeraten die geleidelijk in soortgelijke vormingen overgaan, die in de brandingszone levend gevonden worden, mag met een groote mate van waarschijnlijkheid de gevolgtrekking worden gemaakt, dat de opwaartsche beweging van het eiland Letti ten opzichte van den zeespiegel ook thans nog voortduurt.

VERKLARING DER PLATEN. I—X.

Pl. I.

De vlakte van Sĕrwaroe en het heuvelland van Letti, gezien van de reede van Sĕrwaroe.

Pl. II.

Terras van recenten rifkalk, waarop de kampong Toetoekei.

Pl. III.

Zandstrand en rifkust bij de kampong Tomra.

Pl. IV.

De kampong Tomra gebouwd op een terras van rifkalk.

Pl. V.

Het heuvelland ten Zuidwesten van Tomra, omzoomd door een opgeheven terras van recenten rifkalk, waarop links de kampong Tomra, gezien van den stormwal op het zandstrand een weinig ten Oosten van Tomra.

Pl. VI.

Sĕrwaroe aan de baai van dien naam. Het strand bestaat deels uit zand, deels uit strandconglomeraat met rifkalkcement.

Pl. VII.

Het huis van den gezaghebber van Letti en omliggende eilanden te Sĕrwaroe.

Pl. VIII.

De kampong Lahoelèlè, gelegen op een terras van recenten rifkalk.

Pl. IX.

De Batoe Pajong, een rots van recenten rifkalk voorheen door de branding ondermijnd, thans boven de vloedlijn liggend, aansluitend aan zwak zeewaarts glooiende afgestorven riffen en strandconglomeraten, die zeewaarts geleidelijk in nog levende koraalriffen overgaan.

Pl. X. (Titelplaat).

Prauw bemand met Lettineezen; midden in de prauw, naar links kijkend, Dr. H. A. Brouwer.

INHOUD VAN DEN ATLAS.

AFKORTINGEN DER NAMEN DER OP KAART II EN III AANGEDUIDE GESTEENTEN.

VASTE GESTEENTEN.

a.	amphiboliet.
ark.	arkose.
a. a.	albiet-amphiboliet.
a. b. e.	geamphibolitiseerd basisch eruptiefgesteente.
a. b. e. k.	geamphibolitiseerd basisch eruptiefgesteente met kwartssnoeren en lenzen.
a. c. b. e.	geamphibolitiseerd en gechloritiseerd basisch eruptiefgesteente.
a. d. p.	geamphibolitiseerde diabaas-porphyriet.
a. s. d. t.	geamphibolitiseerde schisteuze diabaastuf.
b. e.	basisch eruptiefgesteente.
b. p. s.	biotiet-plagioklaas-schist.
c. k. ph.	calcietrijke kalkphylliet.
d.	diabaas.
d. k. tr.	donkere kalksteen met trochieten.
e. c. s.	epidoot-chlorietschist.
g.	grauwacke.
g. g. k.	geelachtig grauwe kalksteen.
g. g. s.	granaat-glimmerschist.
g. k.	gele kalksteen.
g. sch.	grauwackeschalie.
g. tr. k.	grijze trochieten-kalksteen.
g. z.	grauwackezandsteen.
g. z. tr.	grauwackezandsteen met trochieten.
i. s. k. k.	ineengeplooide schist en kristallijne kalksteen.
k.	kalksteen.
k. b.	kalkrijke bank.
k. ph.	kalkphylliet.
kr. k.	kristallijne kalksteen.
kw.	kwartsiet.
kw. ark.	kwartsitische arkose.
kw. ark. z.	kwartsitische arkose-zandsteen.
kw. e.	kwarts-epidootgesteente.
kw. g.	kwartsitische grauwackezandsteen.
kw. m.	kwartsiet met muscoviet.

m. b. kw.	muscoviet-biotiet-kwartsiet.
m. g. z.	mergelige grauwackezandsteen.
m. k.	gemylonitiseerde kalksteen.
m. tr. k.	mergelige trochieten-kalksteen.
m. tr. k. br. f.	mergelige trochieten-kalksteen met bryozoën en fusulinen.
p. r.	plistoceene rifkalk.
ph.	phylliet.
ph. kw.	phylliet met kwarts.
ph. s.	phyllitische schist.
ph. s. kw.	phyllitische schist met kwartslenzen.
ph. sch.	phyllitische schalie.
r.	rifkalk.
r. k. m. tr.	roodbruine kalksteen met trochieten.
s.	schist.
s. a.	schisteuze amandelsteen.
s. b. e.	schisteus basisch eruptiefgesteente.
s. b. e. k.	schisteus basisch eruptiefgesteente met kwartslagen en snoeren.
s. d.	schisteuze diabaas.
s. g. sch.	schisteuze grauwackeschalie.
s. g. sch. s.	schisteuze grauwackeschalie met sericiet.
s. k.	schist met kwarts.
s. kr. k.	schisteuze kristallijne kalksteen.
s. sch.	schisteuze schalie.
s. se.	schisteuze serpentijn.
s. tr. k.	schisteuze trochieten-kalksteen.
sch.	schalie.
sch. ser.	schalie met sericiet.
se.	serpentijn.
se. b. e.	geserpentiniseerd basisch eruptiefgesteente.
w. a.	gewalste amandelsteen.
w. g. z.	gewalste grauwackezandsteen.
w. tr. k.	gewalste trochieten-kalksteen.
w. k. g. z.	gewalste kwartsitische grauwackezandsteen.
z. g. sch.	zanderige grauwackeschalie.
z. g. sch. t.	zanderige grauwackeschalie met trochieten.

GESTEENTEN DER BLOKVELDEN.

H.	Hoornsteen.
J. R. A.	Jurassische radiolariet.
L.	Lepidocyclinen-breccie.
R. A.	Radiolariet. Trias of Jura.
Si.	Sideriet.



















GESTEENTEN VAN HET EILAND LETTI

DOOR

H. A. BROUWER.

II. GESTEENTEN VAN HET EILAND LETTI.

Inleiding.

In de volgende bladzijden zijn beschreven de tijdens de Timor-Expeditie onder leiding van Prof. Dr. G. A. F. Molengraaff door den leider en mijzelven verzamelde — grootendeels metamorphe — eruptiefgesteenten en sedimenten van het eiland Letti.

Prof. A. Wichmann [1]) vermeldde van dit eiland, uit de verzameling van J. G. F. Riedel, phylliet en glimmerschist, en later werden merkwaardige gesteenten verzameld en beschreven door Dr. R. D. M. Verbeek [2]), o. a.: verschillende amphibolieten, phyllieten, kwartsieten en kristallijne kalksteenen met nieuwgevormde mineralen.

Het door mij onderzochte uitgebreide gesteentemateriaal kan in de volgende groepen worden ondergebracht:

1. Albietamphibolieten.
2. Geamphibolitiseerde en gechloritiseerde basische eruptiefgesteenten.
3. Epidootchlorietschisten.
4. Biotietplagioklaasschisten.
5. Allalinietschisten.
6. Actinolietschisten.
7. Gedrietschisten.
8. Glimmerschisten.
9. Tweeglimmergneissen.

1) A. Wichmann. Gesteine von Timor und einiger angrenzenden Inseln. Samml. des geol. Reichsmuseums in Leiden. I. II p. 194, 1887.

2) R. D. M. Verbeek. Molukken-Verslag. Jaarboek van het Mijnwezen in Ned. Oost-Indië 1908. Wetenschappelijk Gedeelte p. 591—600.

10. Phyllieten.
11. Kwartsieten.
12. Kristallijne kalksteenen.
13. Grofkorrelige mengsels van kwarts en calciet met epidoot en chloriet.
14. Calcietrijke kalkphyllieten.
15. Kalksteenen en zandsteenen.
16. Diorieten.
17. Granodiorieten.
18. Andesieten (porphyrieten) en hunne tuffen.
19. Olivijnvrije bazalten.
20. Diabaasachtige augitieten.
21. Serpentijnen en serpentijnbreccies.

De amphibolieten in ruimeren zin zijn voor het overgroote deel zeker dynamometamorph veranderde basische eruptiefgesteenten en tuffen; in sommige gesteenten ziet men de overgangen naar de oorspronkelijke mineraalcombinaties door de aanwezigheid van ten deele veranderde kristallen van augiet of van basischen plagioklaas.

Als amphibolieten zijn in de volgende bladzijden beschreven gesteenten met veel zuren plagioklaas, als amphiboolschisten gesteenten, die plagioklaas slechts in geringe hoeveelheden naast amphibool kunnen bevatten.

Alle amphibolieten behooren tot de orde der epiamphibolieten (Grubenmann); deze omvat vertegenwoordigers der drie groepen: albietamphibolieten, epidootchlorietschisten en gabbroschisten (allalinietschisten), welke in het onderzochte materiaal door overgangen zijn verbonden.

De biotietplagioklaasschisten bestaan hoofdzakelijk uit zuren plagioklaas en biotiet.

De gedrietschisten zijn vrij grofkorrelige, slechts weinig schisteuze gesteenten, die hoofdzakelijk uit stengeligen gedriet en veel granaat bestaan. Veldspaten en kwarts zijn in geringere hoeveelheden aanwezig.

De glimmerschisten zijn muscovietschisten of muscovietbiotietschisten; van de eerste zijn er zeer granaatrijke variëteiten, die

tevens distheen en in geringe hoeveelheden pistaciet en toermalijn bevatten. De tweeglimmerschisten zijn donkerder gekleurd, bevatten veel biotiet naast muscoviet en ook in geringe hoeveelheden toermalijn. Naast den kwarts komen veldspaten voor.

De phyllieten zijn minder kristallijn dan de glimmerschisten en naderen tot bijna onveranderde leigesteenten, zooals er enkele als rolsteenen in het bed van de Oeplatewal werden aangetroffen (N^0 568). De onderzochte gesteenten zijn meestal donker gekleurd.

De kwartsieten zijn meestal lichtgekleurde tot grauwe gesteenten, die naast kwarts ook veldspaten bevatten. De laatste mineralen onderscheidt men gemakkelijk onder het mikroskoop van den kwarts, doordat meestal een begin van sericitiseering is opgetreden. De kwartsieten bevatten ook dikwijls glimmer (kleurlooze glimmer, biotiet of beide) en zijn aldus door overgangen met de glimmerschisten verbonden. Door toename van het veldspaatgehalte ontstaan tweeglimmergneissen.

De kristallijne kalksteenen vertoonen dikwijls laagstructuur en door den druk verbogen laagvlakken. Deze structuur ontstaat in hoofdzaak door afwisseling van laagjes, die meer of minder rijk zijn aan nieuwgevormde mineralen. De laagvlakken zijn dikwijls bedekt met glinsterende glimmerblaadjes. Behalve calciet met de bekende, door druk gevormde polysynthetische tweelingsstructuur, komen in meerdere of mindere hoeveelheid voor de accessorische mineralen, die voor de epizone der kristallijne kalken kenmerkend zijn.

De basische eruptiefgesteenten zijn dikwijls dynamometamorph geamphibolitiseerd. De onderscheiding van diorietachtige gesteenten is dan gemakkelijk, door de aanwezigheid van sporen onveranderden augiet, en o. a. ook door de volgende kenmerken: aanwezigheid van veel helderen neogenen albiet naast de bestoven plagioklazen, de aanwezigheid van, voor dynamometamorphe gesteenten karakteristieke, amphibolen en de soms ook makroskopisch duidelijk waarneembare drukwerkingen. Van de onveranderde stollingsgesteenten zullen achtereenvolgens worden beschreven:

dioriete n,
granodiorieten,
andesieten en andesiettuffen,

olivijnvrije bazalten,
diabaasachtige augitieten en
serpentijnbreccies.

De olivijnrijke peridotieten, die op het naburige eiland Moa een groote uitbreiding hebben, ontbreken onder de onderzochte gesteenten van Letti geheel, ook zijn olivijnhoudende gabbro's niet aanwezig. Het is echter waarschijnlijk, dat de serpentijnen van Letti voor een deel uit peridotieten zijn ontstaan.

Van de onveranderde sedimenten zullen, wegens hun gering petrographisch belang, slechts enkele zandsteenen en kalksteenen worden vermeld.

De in de volgende bladzijden voorkomende chemische analysen werden uitgevoerd in het laboratorium van het Mijnwezen te Batavia door den mijningenieur G. W. Mallée.

---

1. Albietamphibolieten.

De amphibool dezer gesteenten omvat de volgende variëteiten: actinoliet, gewone hoornblende, crossiet en glaucophaan. Bovendien zijn zeer talrijk vertegenwoordigd de vooral uit vele metamorphe basische eruptiefgesteenten en tuffen bekende amphibolen, die volgens c blauwachtige absorptiekleuren vertoonen, doch die zich van glaucophaan o. m. onderscheiden door den grooteren hoek $c:\mathfrak{c}$.

N⁰ 561. Vindplaats[1]: Vast gesteente aan de noordhelling van den noordelijken voortop van den G. Woearlawan.

Dit gesteente is vrij lichtgekleurd, groengrijs met blauwachtige tint en fijnkorrelig. Makroskopisch is de in hoofdzaak parallelle rangschikking der amphiboolzuiltjes niet te onderscheiden.

Onder het mikroskoop blijkt veldspaat rijkelijk aanwezig, ongeveer in even groote hoeveelheid als de overige mineralen te samen, te weten groenachtige amphibool, veel epidoot, en magnetiet in idiomorphe kristalletjes. De veldspaat is polysynthetisch vertweelingd, dikwijls in zuilvormige kristallen, de lengte der kristallen bereikt $\frac{1}{2}$ m.M., bij uitzondering meer. Hij is zeker in hoofdzaak albiet, vertoont meestal kleine uitdoovingen, terwijl in polysynthetische tweelingen, die tevens volgens de Karlsbader wet vertweelingd zijn, het albietkarakter werd geverifieerd. De albiet is helder, relikten van andere plagioklazen ontbreken, daarentegen is epidoot, die blijkbaar het grootste deel van het kalkgehalte van het gesteente heeft opgenomen, in zeer groote hoeveelheid aanwezig. De sterk dubbelbrekende epidoot is vrij sterk pleochroïtisch in gele en groenachtige tinten ($\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$), vormt dikwijls in de primaire zone idiomorph ontwikkelde zuilvormige kristalletjes, die zich evenals de kleinere, onregelmatige korrels van

1) Men raadplege voor de vindplaatsen de kaarten gevoegd bij het hoofdstuk handelende over den geologischen bouw van het eiland Letti.

dit mineraal tot onregelmatige aggregaten in het gesteente ophoopen.

De amphibool in langgerekte zuiltjes is sterk pleochroïtisch volgens het schema:

c > b	> a	
min of meer blauwachtig groen	groenachtig lichtgeel.	

In de zuiltjes nemen we uitdoovingen tot 20° waar, de hoek c : c zal wisselend zijn, in verband met het alkaligehalte der amphibolen.

De magnetiet vormt vrij groote, min of meer idiomorph begrensde, kristalletjes, die regelmatig door het gesteente verspreid liggen.

Een pleochroïtische biotiet, met tinten van bruinachtig geel tot bijna kleurloos, komt in geïsoleerde blaadjes en ook met de amphiboolzuiltjes vergroeid voor.

N⁰ 591. Vindplaats: In het rivierbed van de Oeplatewal als vast gesteente.

Het gesteente vertoont een vrij duidelijke paralleltextuur en is lichtgroen gekleurd met geelachtige tint, een gevolg van het, bij mikroskopisch onderzoek zichtbare, hooge epidootgehalte. Door zijn lichtere kleur en paralleltextuur gelijkt het gesteente veel op N⁰ 561, waarvan het zich echter mikroskopisch onderscheidt door het veel grootere gehalte aan epidoot in grootere idiomorphe kristalletjes en tevens door afname van den amphibool. Naast groenachtige amphiboolnaaldjes zien we in hoofdzaak een amphibool met zeer sterk blauwachtige absorptiekleuren volgens de c-as, die zich echter door grootere uitdoovingshoeken van glaucophaan onderscheidt (uitdoovingen van 25° werden gezien). Deze grootere uitdoovingen doen meer aan overgangen naar arfvedsoniet of riebeckiet, dan naar glaucophaan denken. Epidoot is naast helderen veldspaat, die weer in hoofdzaak uit albiet bestaat, het voornaamste bestanddeel van het gesteente. Hij vormt vrij groote idiomorphe kristalletjes, die dikwijls van licht tot donkergeel gevlekt zijn en dan ook in de zwak gekleurde gedeelten zwakkere dubbelbreking vertoonen. Ook vormt dit mineraal de zeer talrijke kleine korrels, die in het gesteente verspreid liggen. Erts is in geringe hoeveelheid aanwezig en zoo goed als niet veranderd. Calciet impregneert het gesteente en vormt soms groote, gelijk georiënteerde individuen.

N⁰ 572. Vindplaats: Los in het bed der Oeplatewal waar die rivier een terras van koraalkalk doorsnijdt.

Dit gesteente onderscheidt zich makroskopisch van het eerste door donkergroene kleur, toename der korrelgrootte en een wat duidelijker ontwikkelde paralleltextuur. Tusschen de donkergroene amphiboolzuiltjes treft men geelachtigen epidoot aan. Mikroskopisch blijkt het gehalte aan epidoot en amphibool ten opzichte van dat aan albiet te zijn toegenomen. Verder vinden we hier wat klinozoïsiet naast den gekleurden sterk dubbelbrekenden pistaciet, en chloriet naast den amphibool, een enkel zuiltje van apatiet en wat meer biotiet.

De albiet is hier bijna niet in polysynthetisch vertweelingde kristallen ontwikkeld, maar als een opvulling tusschen alle overige kristallen, waarbij kleine individuen der andere mineralen in groote hoeveelheid worden omsloten. Een zonaire structuur met basischer randzone is soms waarneembaar. De amphibool vormt zuilen, naalden en stengels, waarvan het eigenaardig gevlekte karakter opvalt; dit gelijkt volkomen op de gevlekte aegirienkristallen en stengelige aggregaten in vele foyaietische magma's [1]). Terwijl men bij de aegirienkristallen een geringer gehalte aan het aegirienmolecuul en dus een grooter uitdooving in de weinig gekleurde deelen zou verwachten, zonder dat dit verschijnsel optreedt, vertoonen de gevlekte amphibolen soms geringe uitdoovingsverschillen voor de verschillend gekleurde gedeelten. De kleuren wisselen tusschen blauwgroen en groengeel; steeds heeft de blauwgroene amphibool grootere uitdoovingshoeken, dan de geelgroene; men moet hier dus eerder aan overgangen naar riebeckietische of arfvedsonietische, dan naar glaucophaanachtige amphibolen denken.

Als verdere bestanddeelen van het gesteente dienen te worden vermeld: van geelachtig bruin tot lichtgeel pleochroïtische blaadjes van biotiet en voorts ilmeniet en chloriet. De ilmeniet is grootendeels veranderd tot leukoxeen.

N⁰ 586. Vindplaats: Vaste lagen met Str. O. W. en hel-

1) H. A. Brouwer. Oorsprong en samenstelling der Transvaalsche nepheliensyenieten. p. 123, 156. 's Gravenhage 1910.

ling 75° Z. in het bed van de Oeplatewal iets meer stroomop dan N⁰ 585.

Het is een zeer fijn gelaagd gesteente van geelgroene kleur, waarin zeer dunne veldspaatlaagjes afwisselen met zulke, rijk aan amphibool en epidoot.

Makroskopisch onderscheidt het zich dus door zijn gelaagdheid van de vorige, mikroskopisch bovendien door het optreden van enkele zuiltjes van een sterk van blauw tot bijna kleurloos pleochroïtischen amphibool naast actinolietischen en naast den bekenden amphibool met blauwachtig groene absorptiekleuren volgens de c-as.

De albiet vormt een fijn mozaïek van in één richting verlengde kristallen, waarin kwarts aanwezig kan zijn, maar waarin dikwijls optredende polysynthetische en andere tweelingen op de heerschende aanwezigheid van albiet wijzen.

Naast de parallel gerichte amphiboolstengels ziet men groenen chloriet, terwijl in groote hoeveelheid zuiltjes van sterk dubbelbrekenden, zoo goed als kleurloozen epidoot in het gesteente verspreid liggen. Bovendien treedt zeer fijnkorrelige epidoot in zeer groote hoeveelheid op, voornamelijk in de gekleurde laagjes, waar hij soms sterk opgehoopt is in aggregaten, waartusschen amphibool en chloriet zoo goed als niet aanwezig zijn. Het oorspronkelijke erts in het gesteente is tot een geelbruine substantie verweerd, die zich volgens de laagrichting uitstrekt.

N⁰ 828. Vindplaats: Rolblok bij het bergje Iliedaai, ten Westen van Tomra.

Dit blok is een zeer amphiboolrijk schisteus gesteente, zich van alle overige amphibolieten onderscheidend door de donkergroene tot zwarte kleur der in dit gesteente verscheidene m.M. lange amphiboolzuiltjes, die het grootste deel van het gesteente als een vilt opbouwen, waartusschen de witte substantie der kleurlooze mineralen zich verbreidt.

Onder het mikroskoop blijkt tevens de bijna totale afwezigheid van mineralen der epidootgroep; de amphibool vertoont dikwijls breede, lichter gekleurde kernen met uitdoovingen tot 22° in sneden volgens (010), die herkenbaar zijn aan het sterke pleochroïsme van

blauwgroen (c) tot lichtgeel (a) met homogene uitdoovingen van de verschillend gekleurde gedeelten. Hij vormt voornamelijk fijne naaldjes, die dikwijls tot stengelige aggregaten zijn vereenigd. De kleur der volgens c trillende stralen is sterk blauwachtig groen en de normale uitdoovingshoeken der zuilen zijn aanzienlijk. Men heeft hier dus waarschijnlijk weer niet te doen met een overgangsstadium van arfvedsoniet naar glaucophaan, maar evenals in hierboven beschreven amphibolieten, kan men denken aan een overgang naar arfvedsoniet of riebeckiet.

Het absorptieschema is als volgt:

c	$\geqq$ b >	a
groenachtig blauw	groen	lichtgroenachtig geel, tot bijna kleurloos voor de lichtere deelen.

Door den amphibool worden kleine korrels of fraaie spitsrhombische doorsneden omsloten met zeer sterke licht- en dubbelbreking en soms groenachtige tint; deze bestaan uit titaniet. Zij zijn zelfs tegen de amphibolen door breede zwarte randen van totale reflectie begrensd.

Tusschen de amphiboolzuilen is een heldere vulmassa zonder kristalvormen in geringere hoeveelheid dan de amphibool aanwezig. Men treft soms polysynthetische tweelingen aan en zeer dikwijls zonairen bouw, waarbij in een tevens polysynthetisch vertweelingd gedeelte te zien was, dat de uitdoovingen ten opzichte van de tweelingsnaad van kern naar rand toenamen, wat aantoont dat de zuurdere mengsels de kernen vormen.

In het gesteente komen onregelmatig en skeletachtig begrensde ertskristalletjes voor, die soms in de randzone alleen, soms zoo goed als geheel, zijn overgegaan in een grauwe, aardachtige massa met veel zeer kleine, sterk licht- en dubbelbrekende korrels, die veel gelijken op de korrels, die door den amphibool worden omsloten. Het erts is soms donkerbruin gekleurd en blijkbaar ten deele in leukoxeen veranderd. De titanietkorrels van den leukoxeen hoopen zich in hoofdzaak om de ertskristallen op, maar komen, zooals reeds werd vermeld, ook in de amphiboolkristallen ingesloten voor.

N[0] 832. Vindplaats: Rolblok bij het bergje Iliedaai ten Westen van Tomra.

Dit gesteente komt in uiterlijken habitus met het vorige overeen; mikroskopisch blijkt het erts bijna geheel in leukoxeen te zijn veranderd en de amphibool in hoofdzaak grootere zuilvormige kristalletjes te vormen, waarnaast zeer fijne naaldjes slechts ondergeschikt voorkomen. Waar nog kleinere ertskernen in de leukoxeensubstantie zijn gespaard, zien we den omtrek van kern en leukoxeenrand steeds gelijk gevormd, een gevolg van de pseudomorphosenatuur van den leukoxeen, die uit een complex van heldere, in hoofdzaak afgeronde korrels bestaat. Enkele zuiltjes in de nabijheid van den leukoxeen bestaan waarschijnlijk uit epidoot. Behalve bij den veranderden ilmeniet komen titanietkorrels of spitsrhombische doorsneden ook in vrij groote hoeveelheden door het gesteente verspreid voor.

De optische kenmerken van den amphibool zijn geheel analoog aan die van het vorige gesteente, echter vinden we hier meer grootere kristalletjes, die ten opzichte der fijne naaldjes van hetzelfde mineraal dezelfde verwantschap vertoonen, als bestaat tusschen de verschillende individuen van aegirien in vele Transvaalsche lujaurieten, waarin het laatstgenoemde mineraal ook de onregelmatige of centrale bleeking der kristallen vertoont. Somtijds zijn de grootere amphiboolkristallen aan de randen aangevreten en zijn fijne naaldjes van waarschijnlijk nieuwgevormden amphibool min of meer loodrecht op de randen afgezet. Deze fijne naaldjes liggen ook onregelmatig in de neogene veldspaatsubstantie verspreid en vertoonen daar soms een min of meer centrische rangschikking.

De zonaire bouw van den neogenen plagioklaas is hier weer verbreid met zuurdere kernen en basische randzone; ten opzichte der soms waarneembare polysynthetische tweelingen komen uitdoovingsverschillen tot 40° van kern en randzone voor, welke laatste dus zeer basisch kan zijn. Een enkel zwak dubbelbrekend zuiltje met geringe scheeve uitdooving wijst op klinozoisiet, overigens zijn mineralen der epidootgroep, evenals in het vorige gesteente en in tegenstelling met de boven beschreven amphibolieten, zoo goed als afwezig. Dit staat blijkbaar in verband met het plagioklaasgehalte, want het zonaire karakter der plagioklazen kwam in de vroeger beschreven epidootrijke amphibolieten belangrijk minder voor.

2. Geamphibolitiseerde en gechloritiseerde basische eruptiefgesteenten.

Zooals reeds in de inleiding werd vermeld verraadt zich in sommige geamphibolitiseerde gesteenten de overgang uit de oorspronkelijke mineraalcombinatie door de aanwezigheid van ten deele gespaarde kristallen van augiet of basischen plagioklaas. Deze, blijkbaar minder sterk gedrukte, gesteenten zullen hieronder worden beschreven.

N⁰ 582. Vindplaats: Als vast gesteente in het bed der Oeplatewal, ± 200 M. boven het punt van samenvloeiing met de Wer Palak.

Dit gesteente onderscheidt zich van de vorigen door zijn groot gehalte aan epidoot in idiomorphe zuiltjes en den straalsteenachtigen habitus van den naaldvormigen amphibool. Naast den amphibool komt veel chloriet voor, waardoor het gesteente een overgang vormt tot de epidootchlorietschisten, terwijl enkele augietkristallen ten deele zijn gespaard. Makroskopisch is het geelachtig groen gekleurd en vrij fijnkorrelig, terwijl parallelstructuur zoo goed als niet is ontwikkeld.

Onder het mikroskoop ziet men den sterk dubbelbrekenden pistaciet in meestal kleinere, doch soms 1 mM. lange zuilen, die meestal idioblastische kristalbegrenzing vertoonen, waarbij echter zelden de kristallen goed rechtlijnig zijn begrensd; meestal zijn de randen aangevreten, terwijl ook in groote hoeveelheid onregelmatige, afgeronde korrels van kleurlooze mineralen zijn omsloten. Deze insluitsels zijn in hoofdzaak albiet, die eveneens van den rand de kristallen binnendringt, hetgeen wijst op ongeveer gelijktijdige vorming der beide mineralen.

In zeer geringe hoeveelheden komt zwak dubbelbrekende klinozoisiet voor. De pistaciet is soms vertweelingd, is bijna ongekleurd of soms zeer zwak pleochroïtisch in geelgroene en bruinachtige tinten. Behalve in den zuilvorm komt hij ook voor in onregelmatige korrelvormige aggregaten.

Hoewel het diabaaskarakter van het gesteente door de aanwezigheid van onveranderden augiet ten deele is gespaard, is de oorspronkelijke veldspaatsubstantie geheel verdwenen; in plaats daarvan is heldere

albiet gevormd, in polysynthetisch vertweelingde kristallen met vrij geringe uitdoovingshoeken of als onregelmatige opvullingsmassa.

De gespaarde augietkristallen zijn licht violet getint en onderscheiden zich in langssneden door hun grooten uitdoovingshoek van den epidoot, ook door de geringere hoeveelheid poikilitisch omsloten kleurlooze mineralen. De vrij groote oorspronkelijke ertskristalletjes in het gesteente zijn grijsachtig bruin met aardachtig uiterlijk en wit in opvallend licht. Ze zijn ten deele reeds veranderd in leukoxeen, terwijl sterk dubbelbrekende puntjes bij den omtrek der kristallen zichtbaar zijn.

De straalsteenachtige amphibool vormt slechts fijne, lichtgroen gekleurde naaldjes, die te samen met chloriet in de albietmassa verspreid liggen.

N⁰ 584. Vindplaats: Als vast gesteente verder stroomop dan N⁰ 583 in de rotsoever der Oeplatewal.

Dit gesteente komt in habitus, uitgezonderd zijn wat donkerder groene kleur, met het vorige overeen. Het erts blijkt mikroskopisch sterker tot korreligen leukoxeen te zijn veranderd, de epidoot is weer zeer rijkelijk aanwezig, maar de augiet is in grooter hoeveelheid onveranderd gebleven; hij is lichtviolet getint, dikwijls vertweelingd, en vertoont zoowel de normale chloritisatie als de voor diabazen in geplooide gebieden karakteristieke uralitisatie, welke door het verschil in dubbelbreking der gevormde mineralen zijn te onderscheiden. Beide beginnen langs den omtrek der kristallen en volgen de splijtrichtingen of onregelmatige barsten. Er zijn kristallen, waarin de uralitisatie, en andere, waarin de chloritisatie de heerschende is. Ook buiten de augietkristallen komen chloriet en amphibool rijkelijk voor. De amphibool behoort in hoofdzaak tot actinoliet, daarnaast komen echter zuiltjes voor van een blauwen, zwak dubbelbrekenden amphibool met de optische eigenschappen van glaucophaan. Deze vindt men ook in enkele bijna volkomen geuralietiseerde augieten.

De epidoot heeft dezelfde eigenschappen als die van het vorige gesteente; de voor dit mineraal vrij zeldzame polysynthetische tweelingen volgens (100) die in dit gesteente sporadisch voorkomen, dienen te worden vermeld.

De veldspaten die helder zijn en in hoofdzaak zeker uit albiet bestaan, vormen dikwijls vrij groote kristallen met polysynthetische lamellen, die onder vrij geringe hoeken uitdooven. De lamellen zijn dikwijls verbogen.

Door den rijkdom aan chloriet vormt dit gesteente een overgang tot de epidootchlorietgesteenten bij welke groep het even goed zou kunnen zijn ingedeeld.

N⁰ 585. Vindplaats: Als vast gesteente iets stroomop van N⁰ 584 in het bed der Oeplatewal.

Het gesteente is evenals het vorige afkomstig van vaste banken in het bed der Oeplatewal, en onderscheidt zich er van door zijn sterk schisteuze textuur en door de aanwezigheid van talrijke, verscheidene mM. groote, idiomorphe en meestal doffe kristallen van lichtbruinachtige kleur, die soms duidelijk de kristalbegrenzing van augiet vertoonen. Deze kristallen liggen, naast bijna volkomene pseudomorphosen van sericiet naar plagioklaas, verspreid in een donkergroen weefsel, dat mikroskopisch blijkt te bestaan uit verschillende soorten van amphibool, chloriet en epidoot, terwijl enkele kleine aders, die gevuld zijn met kalkspaat, onregelmatig door het gesteente verloopen. Deze aders gaan soms dwars door een sericietpseudomorphose, maar buigen om de augietkristallen heen.

In dit gesteente is de vorming van verschillende amphibolen ten koste van augiet goed te bestudeeren, omdat de augietkristallen niet zeer sterk zijn veranderd en nog dikwijls onveranderd bestaan uit een, soms vrij scherp van een violetgekleurde randzone afgescheiden, lichtviolette breede kern. Kern en rand vertoonen tevens geringe uitdoovingsverschillen met geringer uitdooving der donkerder gekleurde randzone. Tweelingen volgens (100) komen voor, soms zijn zij polysynthetisch. Naast de prismatische, is de diallaag-splijting minder volkomen ontwikkeld. Wat de secundaire mineralen betreft, komt wel de normale chlorietvorming en uitscheiding van een bruinzwarte substantie, die langs barsten door het geheele kristal begint, voor, doch in hoofdzaak bevinden de nieuwgevormde mineralen zich buiten den oorspronkelijken augiet. De amphiboolstengels liggen nu eens tegen een augietkristal aan, dan weder staan zij ongeveer loodrecht

op de kristalbegrenzing van zulk een kristal, waarvan de omtrek meestal reeds onregelmatig is ingevreten. Eigenaardig is dan, dat deze stengels dikwijls dicht bij het augietkristal blauwe en violette absorptiekleuren en zwakke dubbelbreking vertoonen, terwijl verder van het augietkristal de groene kleuren en verdere optische eigenschappen der straalsteenachtige amphibolen optreden. De vorming der blauwviolette en groene amphibolen gaat dikwijls geleidelijk in elkaar over, doch ook zien we actinolietstengels die niet parallel met den amphibool van den blauwen zoom om de augieten georiënteerd zijn. Beide amphibolen komen ook in het gesteente verspreid voor, in de vergroeiingen zien we tevens overgangsvormen tusschen den actinolietachtigen en den blauwvioletten amphibool. In een zuil ongeveer loodrecht op de kristalbegrenzing van een augietkristal, ziet men b.v. gelijkmatige afname van den uitdoovingshoek van het einde (29°) naar het deel het dichst bij het augietkristal (20°), terwijl het pleochroïsme van lichtgroenachtige tot paarsviolette kleuren vertoont. In de lengterichting is zulk een zuil ten deele positief, ten deele negatief, het laatste geldt voor den paarsvioletten amphibool; in deze zuilen is de absorptie volgens de het dichst bij de zuilas gelegen elasticiteitsas het sterkst. In ongeveer recht uitdoovende zuilen kan men een sterk pleochroïsme van violet en groen tot bijna kleurloos waarnemen. Ook komen zuilen voor, die eveneens in het blauwviolette deel negatieve, in de blauwachtig groene gedeelten positieve ellipsligging vertoonen, en die over de geheele lengte ongeveer gelijktijdig onder een hoek van ± 19° uitdooven.

De groenachtige amphibolen vertoonen ten deele te groote uitdoovingshoeken voor actinoliet en gewonen hoornblende en behooren dan waarschijnlijk tot overgangsvormen naar de serie der alkaliamphibolen. De blauwviolette amphibolen, waarop bij het volgende gesteente zal worden teruggekomen, behooren ten deele zeker tot crossiet.

Het erts van het gesteente is grootendeels in leukoxeen veranderd. Van oorspronkelijke veldspaten is geen spoor meer te zien, wel min of meer regelmatig begrensde individuen, die thans zoo goed als geheel bestaan uit een complex van kleine blaadjes en lijstjes van kleurloozen glimmer, die een, zich zoo goed als niet openend, kruis

vertoonen in sneden loodrecht op de spitse, negatieve bisectrix van een zeer kleinen assenhoek; zij zijn dikwijls over grooten afstand gelijk georiënteerd. Langs ten deele ongeveer evenwijdige barsten in deze pseudomorphosen is een vrij sterke chloritisatie begonnen. Chloriet, epidoot en calciet zijn naast de reeds gevormde secundaire mineralen in groote hoeveelheid aanwezig. De chlorietmassa bevindt zich in hoofdzaak buiten de augietkristallen, doch dringt er soms in breede tongen van de randzone in binnen, waarbij de vezels loodrecht op den wand zijn gerangschikt. Overigens ziet men ook in het binnenste der meeste augieten een begin der normale chloritisatie. Ook de amphibolitisatie dringt in enkele gevallen wat meer naar het binnenste der augietkristallen door, zoo neemt men b.v. soms geïsoleerde vlekjes van blauwen en groenen amphibool midden in den augiet waar. Op één plaats werden gezien blauwe amphibool te samen met sterk, van bruin tot bijna kleurloos, pleochroïtischen biotiet. De calciet is in hoofdzaak in later ontstane barsten in het gesteente ingedrongen en langs deze barsten is de chloriet-epidoot-amphiboolmassa ook door ijzerhydroxyden bruin gekleurd. Een bijna kleurlooze epidoot is in vrij groote hoeveelheid in het gesteente aanwezig, zoowel in korrels als in goed ontwikkelde, sterk dubbelbrekende zuiltjes met dwarsafzondering loodrecht op de zuilrichting.

Het gesteente is blijkbaar een gemetamorphoseerde diabaasporphyriet.

N⁰ 615. Vindplaats: Stuk uit het schisteuze conglomeraat bij den put Priga tiga.

Ook dit gesteente gelijkt makroskopisch nog op een gedrukten, vrij frisschen diabaas; mikroskopisch blijken dan ook de grootere augietkristallen grootendeels gespaard. Zij liggen in een fijnkorrelig mengsel van veranderden augiet, veel chloriet, helderen veldspaat, blauwen amphibool, groenen en weinig bruinen amphibool, calciet, ilmeniet en leukoxeen (titaniet), verder zeer weinig apatiet.

Epidoot en calciet zijn beide in vrij groote hoeveelheid in het gesteente aanwezig; zij hebben blijkbaar het oorspronkelijk kalkgehalte geheel gebonden. Hoofdzakelijk vindt men hen in de oorspronkelijke augietkristallen, waarnaar zij gezamenlijk en soms ook

ieder afzonderlijk volkomen pseudomorphosen kunnen vormen. De blauwe amphibool is een weinig om de augieten opgehoopt (Pl. XV, fig. 1 en 2) maar bovendien door het geheele gesteente verspreid en behoort ten deele zeker tot crossiet. Als zoodanig bepaalde reeds GRUTTERINK [1]) den blauwen amphibool van een gesteente derzelfde vindplaats. Als crossietische amphibolen worden thans beschouwd amphibolen met normaalsymmetrische ligging van het optisch assenvlak en $b = \mathfrak{c}$. De hoek $c : \mathfrak{b}$ is aan groote wisselingen onderhevig. ROSENBUSCH vermeldt $c : \mathfrak{b} = 20$—$30°$ [2]) in crossiet van Berkeley (Californië), MURGOZČI [3]) $c : \mathfrak{b} = 16°$ in crossiet van Palo Alto (Californië). Oorspronkelijk beschreef PALACHE [4]) als crossiet een amphibool, die tesamen met albiet een albietamphiboliet bij Berkeley opbouwt, waarvan hij vermeldt $b = \mathfrak{b}$ en $c : \mathfrak{a} = 13°$, een dikwijls zonairen bouw met een lichtere kern, die grooter uitdooving heeft en het pleochroïsme:

$\mathfrak{a}$	$\geqq \mathfrak{b} >$	$\mathfrak{c}$
hemels- tot donkerblauw	roodachtig of blauwachtig-violet	geelachtig bruin tot groenachtig geel.

Of de $\mathfrak{a}$-as in den spitsen of stompen hoek β lag was niet met zekerheid te bepalen.

WHITMAN CROSS [5]) beschreef reeds vroeger een secundairen, blauwen amphibool van Custer C°. Colorado. De primaire bruine amphibool vertoont een pleochroïsme:

$\mathfrak{a}$	$< \mathfrak{b} <$	$\mathfrak{c}$
bleekgeel	roodachtig bruin	kastanjebruin.

Deze bruine amphibool is soms overgegaan in een actinolietischen, soms in een blauwen amphibool, met in het laatste geval soms als

1) R. D. M. VERBEEK. Molukken-Verslag. Jaarboek van het Mijnwezen in Ned. Oost-Indië 1908. Wetenschappelijk gedeelte, p. 591.

2) H. ROSENBUSCH. Mikroskopische Physiographie I. 2. p. 246. 1905.

3) Idem. p. 395.

4) CHARLES PALACHE. On a rock from the vicinity of Berkeley, containing a new soda amphibole (crossite). Bull. Dept. of Geology. University of California 1894, 1. p. 181.

5) WHITMANN CROSS. Note on some secondary minerals of the amphibole and pyroxene groups. American Journal of Science. Vol. 39. p. 359—370, 1890.

tusschenstadium een actinolietischen amphibool. De blauwe amphibool vertoont een pleochroïsme $\mathfrak{a} > \mathfrak{b} > \mathfrak{c}$ in de, reeds boven bij den crossiet van PALACHE vermelde, kleuren. Op (010) vertoont de bruine een uitdooving $c : \mathfrak{c} = 10° 40'$ de blauwe een uitdooving $\mathfrak{a} : c = 13°$ naar de andere zijde der c-as, een reden waarom CROSS hem beschouwt als een riebeckietischen amphibool.

Een dergelijken blauwen amphibool beschrijft H. J. SEYMOUR [1]) in een amphiboolkersantiet; de uitdooving is 15° naar de andere zijde der c-as als die van den er mede vergroeiden groenen amphibool met een uitdooving van 15°. Bij den blauwen amphibool schijnt de $\mathfrak{a}$-as het dichtst bij de vertikale as te liggen. Al deze amphibolen zijn chemisch nog weinig onderzocht; zij komen in sommige hunner optische eigenschappen met vastgestelde alkaliamphibolen overeen en behooren waarschijnlijk alle tot overgangsvormen tusschen typischen actinoliet, glaucophaan en riebeckiet.

In het hier beschreven gesteente komen ook verschillende amphibolen voor, die slechts ten deele met de typische alkaliamphibolen, ten deele met een der hierboven beschreven overgangsvormen, overeenkomen. De blauwe amphibolen komen meestal in afzonderlijke, dikwijls zonair gebouwde, lang-zuilvormige kristallen voor, doch zijn soms met actinolietischen of bruinen amphibool in eenzelfde kristal door overgangen verbonden.

Bij crossiet dienen de zuilvormige doorsneden met een pleochroïsme van blauw ($\mathfrak{b}$) tot violet ($\mathfrak{c}$) recht uit te dooven en een negatieve ellipsligging te vertoonen. De van blauw ($\mathfrak{b}$) tot bijna kleurloos ($\mathfrak{a}$) pleochroïtische zuilen hebben positieve ellipsligging en vertoonen een uitdooving gelijk aan den wisselenden hoek $\mathfrak{b} : c$.

Deze crossiet is nu onder de amphibolen het talrijkst in het hier beschreven gesteente aanwezig. De zeer sterk, van violet met blauwachtige tint tot bijna kleurloos, pleochroïtische doorsneden met de absorptie $\mathfrak{c} > \mathfrak{a}$, vertoonen de sterkste dubbelbreking en duidelijke amphiboolsplijtingen onder hoeken van 120°. Het absorptieschema is als volgt:

---

1) H. J. SEYMOUR. On the occurrence of a blue amphibole in a hornblende-kersantite. Geol. Magazine London 7. p. 257—260, 1900.

c	≧ b	> a
violet met blauwachtigen tint	blauw	kleurloos of zeer lichtgroen.

In de zuilen met b- en a-as, komen uitdoovingen tot 30° voor, doch doorgaans dooven de van blauw tot bijna kleurloos pleochroïtische zuilen onder veel geringere hoeken uit.

Behalve de tot crossiet behoorende doorsneden komen er echter ook vele voor, die niet tot dit mineraal kunnen behooren. Hiervan kunnen de volgende gevallen worden vermeld:

1. Sommige zuilen met positieve ellipsligging, die sterk pleochroïtisch zijn van blauw tot bijna kleurloos, met de sterkste absorptie volgens de evenwijdig aan de zuilrichting trillende stralen, vertoonen een zeer geringen uitdoovingshoek. Deze zuilen bezitten de eigenschappen van glaucophaan met c (blauw) > a (bijna kleurloos). De uitdoovingshoek bedroeg in dergelijke zuilen soms slechts 3—4°, kan echter stijgen tot 10°, hetgeen te hoog is voor typischen glaucophaan. Dat deze zuilen niet behooren tot crossiet blijkt bovendien uit de niet zeer zwakke polarisatiekleuren, welke overeenkomen met doorsneden evenwijdig aan het optisch assenvlak van een glaucophaan, die bij grooter uitdoovingshoek wat rijker kan zijn aan het riebeckietmolecuul.

2. In een sterk, van blauw tot zeer lichtviolet, pleochroïtische zuil (fig. 1), die ongeveer homogeen was gekleurd neemt de hoek, begrepen tusschen de as van kleinste elasticiteit, tevens van grootste absorptie, en de zuilas van het midden der zuil naar beide zijden toe van 36° tot 52°. Is deze as van grootste absorptie de c-as, dan komt dit overeen met overgangen van glaucophaan naar riebeckiet, is het de b-as, dan bestaat de zuil uit crossietische amphibolen met zeer grooten hoek c : b.

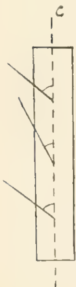


Fig. 1.

De blauwe amphibolen vertoonen dikwijls zonairen bouw met grooter of kleiner uitdooving der randzone. Zij komen hoofdzakelijk in afzonderlijke langzuilvormige kleine kristallen, maar ook zoowel met actinolietischen, als met een bruinen amphibool vergroeid, voor.

De actinolietische amphibool omgeeft den blauwen als een smalle zoom, die door overgangen met de kern is verbonden, maar het komt ook voor, dat in de langzuilvormige doorsneden de blauwe amphibool aan het eene einde geleidelijk in een groenen naar het andere einde van de zuil overgaat. Dergelijke vergroeiingen werden ook reeds in het vorige gesteente vermeld.

In enkele gevallen is blauwe met bruinen amphibool vergroeid, waarbij de laatste de kern der kristallen vormt en in kleur geleidelijk in den blauwen amphibool der randzone overgaat.

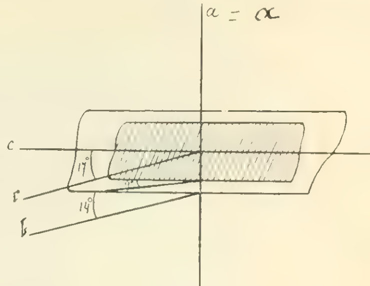


Fig. 2.

In het hieronder geschetste geval is de blauwe amphibool zeker crossiet.

In de voor het laatstgenoemde mineraal sterk van blauw tot bijna kleurloos pleochroïtische sneden (fig. 2) vertoonen beide amphibolen positieve ellipsligging en is de bruine pleochroïtisch van lichtbruinachtig geel tot donkerder bruingeel, de laatste kleur voor de evenwijdig aan de kleinste elasticiteitsas trillende stralen. De bruine kern vertoonde een uitdooving van 17°, die geleidelijk afneemt naar de randzone tot 9° en daarna weer toeneemt tot 14° (11°—14°) in de uiterste randzone van den blauwen amphibool.

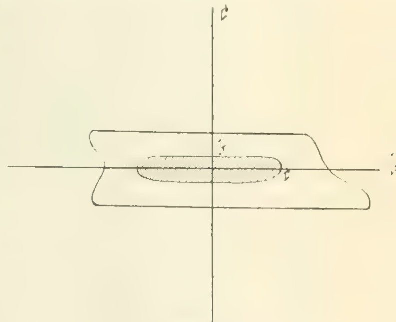


Fig. 3.

Fig. 2 en 3. Vergroeiingen van crossiet met bruingelen amphibool. Vergr. × 200.

Anders worden de verhoudingen voor sneden, die van den crossiet niet de $\mathfrak{a}$- en de $\mathfrak{b}$-, maar de $\mathfrak{b}$- en $\mathfrak{c}$-as bevatten, dus pleochroïtisch zijn van violet met blauwachtige tint naar blauw (fig. 3). Deze sneden vertoonen voor den crossiet negatieve, voor den bruinen amphibool positieve ellipsligging, terwijl de laatste zoo goed als niet pleochroïtisch is met donkerder bruingele kleur. In sneden gelegd in een richting als in fig. 3 is nog een geringe uitdooving voor den bruinen amphibool waarneembaar, zoodat deze niet volkomen loodrecht op het symmetrievlak staat, in welk geval zonaire uitdooving niet waarneembaar zou zijn, en beide amphibolen recht zouden uitdooven.

Uit het voorgaande volgt het volgende absorptieschema voor den bruinen amphibool:

$$\mathfrak{c} \geqq \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$$

donkerder bruingeel   licht bruinachtig geel.

In de vergroeiingen vallen de kristallographische assen der amphibolen samen, terwijl de bruine symmetrische, de blauwe normaalsymmetrische ligging van het optisch assenvlak bezit.

Het gesteente is rijk aan titaniet, die ten deele als troebele leukoxeen op de plaats van vroegere ilmenietkristallen is opgehoopt, ten deele ook in het gesteente verspreid voorkomt. Ook weinig veranderde ertskristallen met een zwarte kern en bruinroode, weinig doorzichtige, randzone komen voor. De veldspaten zijn doorgaans helder en polysynthetisch vertweelingd met geringe uitdoovingen. Zij behooren zeker hoofdzakelijk tot albiet. De chloriet, die naast den veldspaat in groote hoeveelheid aanwezig is, dringt ook in de veldspaatkristallen binnen, die dikwijls tevens een begin van sericitiseering vertoonen.

Een voornaam verweeringsproduct van den augiet is calciet, die naast chloriet en amphibool soms geheel de oorspronkelijke augietkristallen heeft vervangen. Echter zijn er ook volkomen pseudomorphosen van groenen amphibool naar augiet, waarin een enkel plekje met veel grooteren uitdoovingshoek nog als onveranderde augiet aanwezig is. Toch zijn ook vele augietkristallen zoo goed als niet veranderd.

Bij de uralietpseudomorphosen komt de crossiet zoo goed als niet, buiten deze in groote hoeveelheid voor; hij vormt na chloriet het voornaamste gekleurde bestanddeel van het gesteente.

De chemische samenstelling van het hierboven beschreven gesteente blijkt uit onderstaande analyse (I), die in een tabel met die van verwante gesteenten is vereenigd.

	I	II	III
$Si\,O_2$	55.64	55.74	64.8
$Al_2\,O_3$	25.72	13.24	15.5
$Fe_2\,O_3$	2.69	4.10	3.0
$Fe\,O$	4.67	6.44	2.6
$Mn\,O$	—	0.07	
$Ca\,O$	2.72	2.63	0.7
$Mg\,O$	0.12	6.86	2.6
$K_2\,O$	0.65	0.15	0.1
$Na_2\,O$	6.18	7.47	10.7
$Co_2 + H_2\,O$ [1]	2.48	0.97	—
	100.87	99.86	100.0

I. Gedeeltelijk geamphibolitiseerd diabaasachtig gesteente. Uit het conglomeraat bij den put Priga tiga. Letti.

II. Glaucophaanschist met kwarts. Ollard bij Pam. Nieuw-Caledonië (met 0.18°/₀ hygroskopisch water, 2.01°/₀ $Ti\,O_2$ en een spoor $P_2\,O_5$). cf. H. ROSENBUSCH. Elemente. 1910 p. 664.

III. Crossiet-albietgesteente (berekende samenstelling). Heuvels N. v. Berkeley, Californië id. als II.

Het kiezelzuurgehalte der kwartsvrije glaucophaanhoudende gesteenten is meestal lager dan dat van het hier beschrevene; slechts in de berekende samenstelling van het crossiet-albiet gesteente van Berkeley is het $Si\,O_2$ gehalte aanzienlijk hooger. Het lage $Ca\,O$ gehalte en het hooge $Na_2\,O$ en $Al_2\,O_3$ gehalte zijn verdere kenmerken van dit gesteente.

1) Gloeiverlies boven 110°; bestaat voor een groot deel uit Co_2.

3. Epidootchlorietschisten.

De epidootchlorietschisten zijn door overgangen, waarvan er reeds enkele zijn vermeld, met de vorige familie verbonden. De typische vertegenwoordigers bevatten als hoofdbestanddeelen: albiet, chloriet en epidoot.

N⁰ 603. Vindplaats: Als vast gesteente bij de bron van de Oeplatewal, tusschen de gesteenten 600 en 601.

Dit is mineralogisch een typische vertegenwoordiger van zijn groep, hoewel parallelstructuur makroskopisch niet zeer duidelijk is ontwikkeld. In het handstuk gelijkt het op een gedrukten diabaas, waarbij de geelachtig groene kleur reeds een groot epidootgehalte doet vermoeden.

Mikroskopisch blijkt het kalkgehalte van het gesteente niet geheel in den epidoot maar ook ten deele in den calciet te moeten worden gezocht; het oorspronkelijk in vrij groote hoeveelheid aanwezige erts is bijna geheel in aardachtigen, grauwen leukoxeen veranderd, waarbij soms een kern nog uit erts bestaat. Ook is soms de oorspronkelijke ilmeniet, op een geraamte van twee stelsels van elkander onder een scherpen hoek snijdende lamellen na, verdwenen. Naaldjes van bleekgroene amphibolen met straalsteenachtigen habitus vervangen den chloriet in geringe mate. De geelachtige, sterk dubbelbrekende epidoot is in groote hoeveelheid en dikwijls in idioblastische zuiltjes ontwikkeld.

N⁰ 575. Vindplaats: Rolsteen gevonden bij een vast koraalterras in het bed van de Oeplatewal.

Het is een wat grofkorreliger, vrij fijn gelaagd gesteente, waarin afwisselen donkergroene chlorietrijke en zeer lichtgroene veldspaatrijke laagjes. Verder is reeds in het handstuk vrij veel roodachtige kalkspaat te herkennen.

Makroskopisch blijkt het gesteente veel calciet en daarnaast kwarts te bevatten, echter blijven chloriet en albiet de hoofdbestanddeelen. Sterk getroebelde gedeelten, die hoofdzakelijk bestaan uit een grauw,

ten deele ondoorzichtig complex van epidootkorrels, omgeven door albiet, zijn waarschijnlijk oorspronkelijke basische plagioklazen, die een saussurietiseeringsproces hebben ondergaan. Sericiet komt in het gesteente voor en door de aanwezigheid van straalsteenachtigen amphibool vertoont het verwantschap met de vorige familie. Het gesteente vertoont op de laagvlakken een groenachtig zwarten, zijdeachtigen glans, in een doorsnede loodrecht op de laagrichting is de kleur donker grijszwart en men ziet daar tevens talrijke kleine lenzen van witten calciet.

Onder het mikroskoop blijkt het gesteente zeer ertsrijk, waarbij zeer kleine, soms verlengde korreltjes door het gesteente verspreid liggen, of ook grootere individuen, soms met skeletachtigen bouw, de overige elementen omsluiten.

De epidoot komt voor in kleine korrels, maar ook in grootere kristallen met dikwijls stengeligen bouw; de onderscheiding met fijnkorrelige aggregaten met sterke dubbelbreking, die in de nabijheid der ertsophoopingen uit leukoxeen bestaan, is dikwijls lastig; overigens is het erts in dit gesteente zeer weinig veranderd. De ongeveer kleurlooze ondergrond van het gesteente bestaat in hoofdzaak uit albiet, chloriet en in geringe hoeveelheid daarnaast sericiet en actinolietischen amphibool. Deze treden, in verband met den rijkdom aan erts, relatief ten opzichte der overige elementen terug, wat ook reeds makroskopisch uit de donkere kleur van het gesteente bleek.

In de witte met kalkspaat gevulde lensjes is dit mineraal in groote individuen polysynthetisch vertweelingd, terwijl kwartskristalletjes er door worden omsloten. Deze omsluiten zelve soms weer op hun beurt kleine kalkspaatfragmentjes, wat wijst op een gelijktijdig ontstaan der beide mineralen.

N⁰ 567. Vindplaats: Rolsteen in het bed van de Oeplatewal.

Dit gesteente, hetwelk in mineralogische samenstelling kwalitatief met het vorige overeenkomt, is groenachtig van kleur en onderscheidt zich van het vorige door de sterke afname van het epidootgehalte, terwijl het kalkgehalte wordt overgenomen door den zeer rijkelijk aanwezigen calciet.

Verder komen enkele duidelijk spitsrhombische doorsneden en veel fijnkorrelige aggregaten van titaniet voor, die ten koste van den, nog ten deele gespaarden, ilmeniet zijn ontstaan. De ilmeniet vertoont weer dikwijls lamellairen bouw, waarbij systemen van onderling evenwijdige lamellen elkander onder een scherpen hoek snijden. Het chloriet- en albietgehalte is in dit gesteente belangrijk toegenomen.

N⁰ 587. Vindplaats: Hardere lagen in het gesteente N⁰ 586, in den oeverwand van de Oeplatewal.

Deze schist is licht groen gekleurd met zwak geelachtige tint. Mikroskopisch blijkt het sterke terugtreden van epidoot, chloriet en amphibool, tegenover den kleurloozen albiet. Erts is evenwel in groote hoeveelheid aanwezig, in hoofdzaak niet veranderd, ten deele overgegaan in leukoxeen. De kristallen vertoonen dikwijls lang gerekten vorm in de laagrichting. Op de plaatsen, waar veel leukoxeen is gevormd in de ertsrijkere laagjes van het gesteente, treden tevens vrij talrijke zuiltjes en korrels van geelachtigen epidoot op. Om te zien in hoeverre het mengsel der kleurlooze mineralen hoofdzakelijk albiet is, werd een $Si\,0_2$ bepaling uitgevoerd, die als resultaat gaf 62.24°/₀, wat in verband met de vrij groote hoeveelheid donkere mineralen wijst op de aanwezigheid van kwarts naast albiet. Slechts weinige kristalletjes vertoonen den polysynthetischen tweelingsbouw, die met zekerheid op albiet wijst.

Enkele amphiboolnaaldjes zijn duidelijk als zoodanig door sterke dubbelbreking en scheeve uitdooving te herkennen, de overige groene substantie bestaat voor een groot deel zeker uit chloriet, dat aan zijn negatieve ellipsligging en geringe uitdooving is te herkennen.

KWARTSEPIDOOTCHLORIETSCHIST

(met crossietischen amphibool).

N⁰ 675. Vindplaats: Helling van den G. Tiomessa.

Het handstuk vertoont enkele, tot 2 cM. lange, doch meestal veel kleinere amandels, die sterk in één richting zijn verlengd; zij hebben een ellipsvormige gedaante. Het gesteente is dicht tot

zeer fijnkorrelig en grijs gekleurd met eveneens in één richting verlengde donkere en lichte, meestal geelachtige vlekken, terwijl enkele kwartskristalletjes of aggregaten van kwartskorrels reeds met het bloote oog worden herkend.

Onder het mikroskoop ziet men een fijn mengsel van heldere kleurlooze mineralen en veel epidoot en zoïsiet, vrij veel erts, minder chloriet (ook sericiet) en amphibool, het laatste mineraal in kleine zuiltjes met zwakke dubbelbreking en sterk blauwe absorptiekleuren.

In het fijne mengsel der kleurlooze mineralen werden slechts bij groote uitzondering polysynthetische tweelingen waargenomen, terwijl verscheidene kristalletjes met zekerheid konden worden bepaald als kwarts. Dit laatste mineraal vult bijna geheel alleen talrijke verlengde ruimten in het gesteente op, die overeenkomen met de lichtgekleurde gedeelten van het handstuk. Dikwijls wordt de kwarts hier begeleid door epidoot of zoïsiet, vandaar hun makroskopisch geelachtige kleuren; ook veldspaat kan in geringe hoeveelheid aanwezig zijn. Calciet komt soms ook in deze kleinere kwarts of kwartsepidoot aggregaten in geringe hoeveelheid voor, maar in groote hoeveelheid vinden we dit mineraal in grootere amandels, waar de calciet wordt begeleid door kwarts en mineralen der epidootgroep; de calciet vertoont soms polysynthetische tweelingen volgens (— $\frac{1}{2}$ R). In een dezer amandels komt kwarts hoofdzakelijk in de randzone en calciet hoofdzakelijk in de kern voor; daarnaast liggen allotriomorphe kristallen ($\pm \frac{1}{2}$ mM. groot) met vlekkig, van blauwachtig grijs tot grijs, wisselende polarisatiekleuren; zij zijn sterk lichtbrekend en vertoonen een duidelijke splijting ten opzichte waarvan de kristallen recht uitdooven, terwijl zeer zwak dubbelbrekende doorsneden loodrecht staan op de spitse positieve bisectrix van een zeer kleinen assenhoek. Deze eigenschappen stemmen overeen met die van zoïsiet.

De kwarts komt ook voor in grootere, op phenokristen gelijkende kristallen, die in tegenstelling met de hieronder te beschrijven plagioklazen doorgaans vrij van insluitsels zijn. Soms dringt het fijne mineraalmengsel in deze kwartskristallen binnen of geïsoleerde fragmenten er van worden door de kristallen omsloten. Unduleuze uitdooving is in deze kristallen verbreid.

Niet twijfelachtige plagioklaas komt voor in porphyroblasten, die zeer talrijke zoïsiet- en epidootkristalletjes, sericietblaadjes en ook kwarts poikiloblastisch omsluiten. In sneden der symmetrische zone vertoonen deze porphyroblasten nagenoeg homogenen bouw in den stand van 45°, doch indien de richting der tweelingslamellen evenwijdig is aan een van de hoofdsneden der nicols blijken de kristallen zeer onregelmatig gebouwd, doordat de polysynthetische tweelingslamellen slechts over kleinen afstand doorloopen, terwijl onregelmatig afwisselende gedeelten, die niet zijn vertweelingd, nu eens met het eene, dan weer met het andere stel tweelingslamellen gelijk zijn georiënteerd. Ook werden polysynthetisch vertweelingde gedeelten waargenomen, waarvan de lamellen een geringen hoek maken met die van het grootste deel van het kristal en ten slotte ook onvertweelingde gedeelten, waarvan de uitdoovingsstand met geen der beide lamellensystemen samenvalt, die ten deele behooren tot kwarts, ten deele misschien tot ongelijk met het hoofdkristal georiënteerden veldspaat. Enkele dezer veldspaten werden bepaald als oligoklaas-andesien.

In het handstuk vallen makroskopisch donkere, in één richting verlengde vlekken op, die mikroskopisch blijken te bestaan uit een fijn aggregaat van groenen chloriet, waarin talrijke langgerekte zuiltjes van blauwen amphibool en dikwijls in één richting sterk verlengde ertskristalletjes verspreid liggen. Ook kwarts, epidoot en bij uitzondering wat veldspaat en groene of bruine biotiet komen in sommige dezer vlekken voor. De amphibool bereikt hier veel grootere afmetingen dan in het overige deel van het gesteente en zijn optische eigenschappen kunnen gemakkelijk worden bestudeerd.

De blauwe amphibool is sterk pleochroïtisch van donkerblauw tot bijna kleurloos, de zuilvormige doorsneden hebben soms negatieve, soms positieve ellipsligging en wel negatieve ellipsligging in sneden, die slechts weinig pleochroïtisch zijn met helder donkerblauwe absorptiekleuren voor de evenwijdig aan de as van grootste elasticiteit trillende stralen en donkerblauwe kleuren met een zwakke tint in het violette voor de stralen evenwijdig aan de as van kleinste elasticiteit. De sneden, die de amphiboolsplijtingen onder een hoek van ± 120° vertoonen, zijn zeer sterk pleochroïtisch van donker-

blauw met zwak violette tint tot bijna kleurloos, met de sterkste absorptie voor de stralen evenwijdig aan de as van kleinste elasticiteit. Het absorptieschema is als volgt:

c	≧	𝔟	>	𝔞
donker blauw met violette tint		helder donker blauw		zwak groenachtig geel tot bijna kleurloos

Het is duidelijk, dat deze amphibool een normaalsymmetrisch optisch assenvlak bezit; de 𝔟-as ligt het dichst bij de kristallographische *c*-as. De zuilvormige doorsneden, die *b*- en *c*-as bevatten zijn zeer zwak dubbelbrekend, de dwarsdoorsneden loodrecht op de zuilas zijn sterker dubbelbrekend. De spitse bisectrix is negatief, de assenhoek vrij klein (2 E = ± 100°), de uitdoovingshoek 𝔟 : *c* = ± 18°.

4. Biotietplagioklaasschisten.

De voor deze familie normale mineraalcombinatie is in hoofdzaak biotiet en albiet. Een blauwe amphibool kan in deze gesteenten geheel ontbreken, maar vervangt meestal — zooals ook in het onze — den biotiet ten deele. Door het optreden van wat sericiet naderen zij tevens tot de amphiboolarme glaucophaan-albietschisten, waarvan zij zich echter door het ontbreken van chloriet en het rijkelijk optreden van biotiet onderscheiden. Het calciumsilikaat is in het hieronder beschreven handstuk als epidoot gebonden en niet door calciumcarbonaat vervangen.

N⁰ 583. Vindplaats: Tweede vaste gesteente, van den mond gerekend, in het bed der Oeplatewal ± 50 M. verder stroomop dan N⁰ 582.

In het handstuk kan men een duidelijk kristallijn mineraalmengsel van witte of geelachtige kleur waarnemen, gedeeltelijk met een bruine substantie overtrokken. Het gesteente is verder onduidelijk gelaagd.

Mikroskopisch blijken de bestanddeelen te zijn: meestal groote

kristallen van helderen albiet (of zuren oligoklaas), epidoot, in leukoxeen veranderde ilmeniet, veel van een bruine substantie, die tusschen gekruiste nicols blijkt te bestaan uit een fijn weefsel van sterk dubbelbrekende biotietblaadjes, en ten slotte wat blauwen glaucophaan; bij uitzondering wordt ook een fijn sericietweefsel tusschen de overige mineralen aangetroffen.

In de groote albieten zijn de tweelingslamellen dikwijls verbogen. De epidoot is doorgaans geel tot kanariegeel gekleurd en sterk dubbelbrekend; hij dooft scheef uit en behoort voor het overgroote deel tot pistaciet, die meestal in vrij goed begrensde zuiltjes is ontwikkeld. Hier en daar komen zonair gebouwde kristallen voor met vrij scherp afgescheiden kanariegele randzone om een kleurlooze kern. Kern en randzone dooven gelijktijdig uit, de eerste is wat zwakker dubbelbrekend.

De ilmenietkristallen zijn, op enkele soms rood doorschijnende geïsoleerde stukjes in het binnenste der pseudomorphosen na, geheel in leukoxeen veranderd; de ilmeniet is soms ook in min of meer evenwijdige lamellen gespaard. Op splijtstrepen gelijkende strepen, die in verband staan met den schaalachtigen bouw van den oorspronkelijken ilmeniet, zijn in sommige der volkomene pseudomorphosen duidelijk ontwikkeld.

Deze ilmenieten en hun pseudomorphosen zijn dikwijls met het fijne biotietweefsel en talrijke epidootkristallen en -korrels vergroeid, waarbij het biotietweefsel de overige mineralen omsluit. De biotiet is sterk pleochroïtisch van donkerbruin tot lichtbruinachtig geel; enkele grootere blaadjes geven een bijna één-assig assenbeeld.

De glaucophaan, waarnaast, naar een enkel van blauw naar violet pleochroïtisch zuiltje met negatieve ellipsligging te oordeelen, wat crossiet voorkomt, vormt slechts weinige zeer kleine zuiltjes, die geïsoleerd in de albieten liggen, of vergroeid zijn met het biotietweefsel. Zeer kleine insluitsels in de albieten behooren weer ten deele tot epidoot, ten deele tot ilmeniet of titaniet.

5. Allalinietschisten.

Een, van de tot nu toe beschrevene, afwijkende dynamometamorphose van gabbro- en diabaasachtige gesteenten, die uiteraard door overgangen met de vorige is verboden, bestaat in het zich vormen van pseudomorphosen van zoïsiet (en albiet) naar de oorspronkelijke plagioklazen.

De metamorphose van dezen aard is bij de onderzochte gesteenten van het eiland Letti beperkt tot dunschisteuze gesteenten, waarbij de oorspronkelijke structuur geheel is verdwenen en de augiet geheel is vervangen door amphibool. Deze gesteenten behooren tot de zoogenaamde allalinietschisten.

N⁰ 764. Vindplaats: Als rolsteen in het riviertje bij de oostgrens van de kampong Batoemejau.

In het handstuk teekenen zich de gemiddeld ± 5 mM. lange, witte pseudomorphosen naar basische veldspaten af tegen een lichtgroene massa der overige mineralen. Op het verweerde oppervlak steken deze pseudomorphosen uit, en zij konden dus blijkbaar beter weerstand bieden aan het verweeringsproces.

Mikroskopisch neemt men waar, dat de groezelige pseudomorphosen naar plagioklaas in hoofdzaak bestaan uit een zeer fijnkorrelig mengsel van zwak, met blauwe polarisatiekleuren, dubbelbrekenden zoïsiet of klinozoïsiet en sterk dubbelbrekenden pistaciet. Voor zoover de mineralen in zeer kleine, maar toch duidelijke zuiltjes zijn ontwikkeld, ziet men ook bij de zwak dubbelbrekende soms scheeve uitdoovingen, die behooren tot klinozoïsiet. De zwak en sterker dubbelbrekende substanties gaan dikwijls geleidelijk in elkander over. Naast deze mineralen der epidootgroep komen andere slechts in zeer geringe hoeveelheid bijgemengd voor; men herkent deze laatsten door hun geringe lichtbreking; alle zijn kleurloos en bestaan waarschijnlijk uit albiet en kwarts beide.

Tusschen de pseudomorphosen ligt een mengsel van mikroskopisch bijna kleurlooze amphiboolzuilen, zoïsiet of klinozoïsiet (met zeer weinig pistaciet), albiet en tot leukoxeen veranderden ilmeniet.

Hoewel mikroskopisch bijna kleurloos, wijst de groene kleur in het handstuk op een actinolietischen amphibool. Een zeer zwak pleochroïsme van een lichtgroenachtige tint (voor c), tot kleurloos is trouwens waarneembaar. Uitdoovingen tot 15° werden waargenomen. De zoïsiet of klinozoïsiet vormt korrels of zeer kleine zuiltjes; de albiet vormt een opvullingsmassa of is soms min of meer porphyroblastisch met poikiloblastischen structuur, voornamelijk ten opzichte der zoïsietkorrels. Kwarts komt waarschijnlijk in geringe hoeveelheid voor, de amphibool is in hoofdzaak in grootere zuiltjes ontwikkeld, zonder echter andere mineralen te omsluiten en is soms vertweelingd volgens (100).

6. Actinolietschisten.

N° 973. Vindplaats: Los stuk in de blokbestrooiing aan de noordzijde van den G. Javanoea.

Dit zeer weinig schisteuze gesteente is grijszwart gekleurd en fijnkorrelig, terwijl in het handstuk talrijke zeer kleine glinsterende naaldjes, die in groote hoeveelheid in het gesteente verspreid liggen, opvallen.

Onder het mikroskoop blijken deze naaldjes te zijn zuilvormige kristalletjes van mikroskopisch kleurloozen amphibool met de eigenschappen van actinoliet. Tevens valt onmiddellijk op de rijkdom aan groenen spinel naast magnetiet. Deze secundaire mineralen liggen verspreid in een sterk geamphibolitiseerde massa, waartegen tusschen gekruiste nicols onregelmatig begrensde kristallen der oorspronkelijke mineralen afsteken (Pl. XV, fig. 3).

Hunne kristallen zijn ten deele in andere mineralen overgegaan; in de eerste plaats blijkt duidelijk dat de actinoliet te hunnen koste is gevormd, waarbij de omzetting soms langs de hoofdsplijtingsstrepen begint en ten gevolge daarvan thans in een ten deele omgezet kristal talrijke gelijk georiënteerde actinolietzuiltjes, die volgens deze splijtingsrichting zijn gestrekt, liggen; meestal ligt de actinoliet onregelmatig in de kristallen verspreid, waarbij dan van uit de barsten

in het kristal de omzetting is begonnen. In de tweede plaats zijn serpentijn of chloriet, en eveneens calciet en kleurlooze glimmer, ten koste der oorspronkelijke mineralen van het gesteente gevormd.

Behalve olivijn, die gelatineert bij koken met zoutzuur, ziet men ook zwak dubbelbrekende resten van waarschijnlijk rhombischen pyroxeen, die grootendeels is geamphibolitiseerd. De omzetting begint van den rand en laat dikwijls onveranderde kernen vrij. Naast dezen rhombischen pyroxeen zal oorspronkelijk ook wel monokliene pyroxeen aanwezig geweest zijn en dan zou dit gesteente oorspronkelijk de samenstelling gehad hebben van peridotieten zooals die op het naburige eiland Moa in groote hoeveelheid voorkomen. Uit de oorspronkelijk ten koste der bestaande mineralen gevormde kleine actinolietvezels, hebben zich de grootere kristallen van actinoliet ontwikkeld. Ook talk en sericiet kunnen aanwezig zijn. Groene spinel en magnetiet worden in groote hoeveelheid door de olivijnkristallen omsloten; de beide eerstgenoemde mineralen zijn dikwijls met elkander vergroeid (Pl. XV, fig. 4 en 5) en schijnen ook door overgangen verbonden, waarbij de groene kleur langzamerhand zwart en ondoorzichtig wordt. In den groenen spinel is soms een zwakke splijting naar (111) te herkennen.

Door de neogene amphiboolzuilen zijn dikwijls talrijke kleine ertskristalletjes omsloten, die meestal tot het centrum der kristallen beperkt zijn. In sommige doorsneden ziet men hen voornamelijk in twee richtingen, die elkaar onder een hoek van ± 60° snijden, gerangschikt.

Enkele recht uitdoovende zuiltjes met dwarsafzondering loodrecht op de zuilas, wijzen op de aanwezigheid van mineralen der epidootgroep.

In verband met de gemakkelijke verweering van olivijn blijkt uit het feit, dat dit mineraal niettemin in belangrijke hoeveelheid in het gesteente aanwezig is, dat sinds zijn kristallisatie als peridotiet op groote diepte, niettegenstaande de groote wijzigingen in uiterlijken habitus, geen sterk metamorphoseerende krachten er op hebben gewerkt.

De talrijke relikten verleenen het gesteente eene schijnbaar porphyroblastische structuur.

De chemische samenstelling van het gesteente blijkt uit onderstaande analyse:

$Si O_2$	49.16
$Al_2 O_3$	8.39
$Cr_2 O_3$	Spoor
$Fe_2 O_3$	5.74
Fe O	7.13
Ca O	5.88
Mg O	20.18
$K_2 O$	0.31
$Na_2 O$	2.23
$H_2 O$	1.92
Som	100.94

De verwantschap met peridotietische gesteenten blijkt dus ook chemisch.

—

7. Gedrietschisten.

Tot deze familie behooren vrij grofkorrelige gesteenten zonder schisteuse textuur, die hoofdzakelijk bestaan uit rhombischen amphibool.

N⁰ 814. Vindplaats: Rolstuk in den benedenloop van de rivier Batoe Pajong ten Westen van Serwaroe.

Behalve de langstengelige kristallen van gedriet, herkent men in het handstuk enkele muscovietblaadjes, zeer kleine rose kristalletjes van granaat en wat lichtere mineralen, die de opvulling vormen van kleine lichtgekleurde aders, die onregelmatig door het gesteente verloopen.

Mikroskopisch blijken de gedrieten opgebouwd uit stengelige aggregaten, die soms gelijktijdig, soms, bij meer schoofvormige of radiaire rangschikking der stengels, achtereenvolgens uitdooven. Unduleuze uitdooving en verbuiging door druk der stengels zijn algemeen verbreid. De gedriet is mikroskopisch kleurloos en vertoont een duidelijke splijting volgens de lengterichting der zuilen, ten opzichte waarvan het kristal recht uitdooft. Bovendien is een dwarsafzondering loodrecht op de stengels sterk ontwikkeld. Het optisch assenvlak ligt in de zuilrichting, de spitse negatieve bisectrix is de kristallographische

a-as. Behalve de verbuiging der stengels, waarmee unduleuze uitdooving gepaard gaat, nemen we ook dikwijls waar, dat de kristallen volgens de dwarsafzondering loodrecht op de zuilrichting zijn verbroken en wel soms op een zóo regelmatige wijze, dat de verbroken gedeelten om den anderen gelijk zijn georiënteerd, waarbij een zuil dus in twee standen, voor de telkens afwisselende gedeelten, uitdooft. Tusschen de verschillende stengels is dikwijls een bruinachtig geel verweeringsproduct van het erts geïnfiltreerd.

We kunnen soms symmetrische scheeve uitdoovingen waarnemen ten opzichte der hoofdlengteas der stengelige aggregaten, wat dan dikwijls bij grooter vergrooting blijkt te zijn ontstaan door niet parallelle rangschikking der verschillende stengels, die wel ieder afzonderlijk recht ten opzichte van hun eigen splijtstrepen uitdooven. Soms ziet men echter deze ongelijke uitdoovingen in gedeelten, die onregelmatig en verwasschen ten opzichte van elkaar zijn begrensd. Dit kan een gevolg zijn van mikroskopisch niet meer waarneembaren stengelachtigen bouw, waarbij uitdoovingen van 10° tot 20° aan weerszijden van een goede splijtingsrichting werden waargenomen. Deze gedeelten gaan geleidelijk in elkaar over en zijn door een recht uitdoovende zone verbonden. De gedriet omsluit voornamelijk, ten deele verweerde, ertskristalletjes en ook muscoviet, het laatste mineraal zien we in enkele gevallen als sericiet zich ook duidelijk ten koste van gedriet vormen.

Over het algemeen is de gedriet niet rijk aan insluitsels, op sommige plaatsen kunnen echter zeer kleine tot stofachtige ertsdeeltjes, die dikwijls volgens de splijtrichtingen zijn gerangschikt en dan volgens de zuilas van het kristal zijn verlengd, den gedriet ondoorzichtig maken.

De rose granaat is mikroskopisch kleurloos en vertoont talrijke onregelmatige barsten (Pl. XI, fig. 1 en 2), waarlangs een bruinachtige gele substantie, het verweeringsproduct van het erts, in het gesteente is geïnfilteerd. Door druk zijn de kristallen dikwijls in één richting verlengd. Andere mineralen worden door den granaat hier en daar omsloten. Het zijn: ten deele in hematiet veranderde pyriet, verder muscoviet, wat kwarts en veldspaat en ten slotte zeer kleine, langgerekte zuiltjes van een bruinachtig, doorzichtig,

sterk dubbel- en lichtbrekend mineraal met rechte uitdooving, waarvan de zuiltjes grootendeels parallel zijn gerangschikt en gelijktijdig uitdooven. Deze laatste behooren waarschijnlijk tot rutiel. Zij komen overeen met een pleochroïtische en sterk dubbelbrekende substantie, die duidelijk ten koste van het zwarte erts in het gesteente is ontstaan en meestal onregelmatig is begrensd. Enkele langgerekte zuiltjes zijn niet bruin, maar blauw tot lichtgrijsblauw gekleurd, waarbij in tegenstelling met toermalijn de volgens de zuilas trillende stralen het sterkst worden geabsorbeerd. Daar de granaat betrekkelijk arm is aan insluitsels, komen slechts enkele der bovengenoemde gelijktijdig in eenzelfde kristal voor. De granaat is soms gedeeltelijk overgegaan in een sericietisch weefsel, waarin enkele grootere blaadjes van kleurloozen glimmer, die door infiltratie ten deele bruingeel is gekleurd, voorkomen. Het is soms nog waarneembaar, dat deze sericitisatie is begonnen langs vlakken, evenwijdig aan de kristalvlakken van den granaat; zoo ziet men b.v. een gesericitiseerd gedeelte binnen in een granaatkristal, dat een kern met dezelfde begrenzing als de granaat onveranderd vrijlaat, terwijl de sericitisatie naar de randzone onregelmatig voortschrijdt. Overigens begint het proces ook overal langs de talrijke, vrij onregelmatig door het kristal verloopende barsten, zoowel in het nog weinig veranderde deel der randzone als in de nog weinig veranderde, min of meer regelmatig begrensde kern. Een omzetting der granaten, die aan den rand der kristallen begint, komt voor, maar neemt al spoedig in belangrijkheid ten opzichte der andere af, door de zeer talrijke barsten, waarlangs in het binnenste van het kristal de omzetting gelijktijdig begint. Enkele der grootere muscovietkristalletjes, die door granaat worden omsloten, zijn ook zeker secundair ontstaan, hetgeen blijkt uit het feit, dat zij zich van uit de onregelmatige barsten in het kristal uitstrekken en steeds deze barsten de begrenzingslijnen der kristalletjes vormen. Soms blijven zelfs nog resten van granaat in deze muscovietkristalletjes gespaard.

Als verdere samenstellende mineralen, behalve den reeds vermelden muscoviet, die ook in kristalletjes buiten de granaten voorkomt, dienen te worden genoemd: plagioklaas, kwarts en verweerd erts.

De plagioklaas en kwarts vormen een fijn mozaiek tusschen de overige mineralen, en worden ook, zooals b.v. bij de granaten, er door omsloten. Ook komen enkele grootere plagioklaaskristallen voor, waarin soms polysynthetische tweelingen zijn waar te nemen. Deze vertoonen dikwijls een sterke unduleuze uitdooving en een soms beginnende, soms reeds vergevorderde, sericitisatie. Hun aanwezigheid doet het gesteente naderen tot gedrietamphiboliet.

Het erts vormt talrijke kleine kristalletjes, die door de andere mineralen worden omsloten en grootendeels zijn overgegaan in een bruingeel tot geel doorschijnend mineraal met sterke licht- en dubbelbreking. Meestal is het onregelmatig begrensd en omgeeft de zwarte kernen, of ontwikkelt zich afzonderlijk in de nabijheid, waarbij de kristalletjes bij uitzondering een min of meer goeden zuilvorm aannemen met dwarsafzondering loodrecht op de zuilas. Hiertoe behooren waarschijnlijk ook de fijne langgerekte zuiltjes, die parallel in granaat gerangschikt gevonden worden. Het mineraal is pleochroïtisch van bruingeel tot lichter bruingeel en de herkenbare eigenschappen wijzen op rutiel.

8. Glimmerschisten.

Deze gesteenten bestaan uit kwarts en muscoviet of biotiet of beide, terwijl naast den kwarts veldspaat voorkomt, echter niet rijkelijk genoeg om van gneissen te kunnen spreken. De veldspaten onderscheiden zich meestal door een begin van sericitisatie. Door afname van het glimmergehalte ontstaan gesteenten, die hieronder als tweeglimmerkwartsieten zijn beschreven. Sommige der glimmerschisten zijn zeer rijk aan granaat en distheen; toermalijn komt dikwijls in geringe hoeveelheid voor.

N° 605. Granaatglimmerschist. Vindplaats: Algemeen onder de rolsteenen van de Batoe Pajong.

Het is een dunbladerig gesteente met min of meer phyllietische

textuur, dat op het hoofdbreukvlak de glinsterende kleurlooze glimmerblaadjes vertoont, terwijl op het verweerde oppervlak zeer talrijke donkerroode tot zwarte granaatkristallen van 1 tot 2 mM. diameter uitsteken.

Mikroskopisch blijken de samenstellende mineralen te zijn: kwarts, veldspaat, granaat, muscoviet (en biotiet), distheen en stauroliet, erts, kooldeeltjes, toermalijn en een zwak pleochroïtisch, sterk licht- en dubbelbrekend, bruingeel mineraal, dat in zuiltjes recht uitdooft, waarschijnlijk rutiel.

De kwarts en veldspaat zijn de voornaamste bestanddeelen van een fijn kristallijn mengsel, waarin voornamelijk granaat duidelijk als porphyroblast met poikiloblastische structuur optreedt. De aanwezigheid van veldspaat blijkt uit het voorkomen van polysynthetisch vertweelingde kristalletjes, maar zijn relatieve hoeveelheid ten opzichte van kwarts is niet met juistheid te bepalen. Het mozaiek dezer mineralen is kleurloos, helder en doorschijnend, zonder veel insluitsels, die in zoo groote hoeveelheid in andere mineralen van het gesteente kunnen voorkomen.

De granaten zijn meestal enkele mM. groot en hebben alleen bij uitzondering afmetingen, die slechts mikroskopisch waarneembaar zijn. Ze zijn, onder het mikroskoop beschouwd, lichtrose getint, vertoonen barstjes, die onregelmatig het kristal doorloopen, en omsluiten onregelmatig begrensde kwartskristalletjes en koolachtige bestanddeelen, die dikwijls beide tot de randzone der kristallen zijn beperkt en waarvan vooral de laatste soms in afwisselend rijkere en armere zones voorkomen. Doorgaans is de vorm der granaten rond, maar lappige individuen, waarin de kwarts binnendringt waardoor zij talrijke kwartskristallen omsluiten, komen voor. De granaatkristallen missen een goede uitwendige begrenzing en zijn meestal omgeven door een helderen kleurloozen zoom, die in hoofdzaak uit kwartskristalletjes bestaat en ook onregelmatig in de granaatkristallen binnendringt (Pl. XVI, fig. 1 en Pl. XII, fig. 1 en 2).

Deze heldere zoom scheidt de granaatkristallen van de overige bestanddeelen van het gesteente, die meestal rijk zijn aan zwarte, stofachtige insluitsels. Deze bestanddeelen zijn in de nabijheid der granaten in hoofdzaak muscoviet, die dikwijls de granaatkristallen,

met de lengteas evenwijdig aan de granaatbegrenzing, omgeeft. Vlak om de granaatkristallen ligt doorgaans een smalle bruingele rand, pleochroïtisch van geelbruin tot lichtgeel en sterk dubbelbrekend, bestaande uit biotiet. Deze markeert bij evenwijdige nicols den rand der vrij onregelmatig begrensde granaatkristallen ten opzichte van den kleurloozen kwartszoom. De heldere kwartszoom kan ook ontbreken en dan is het kristal met den smallen biotietrand direct door den muscoviet omgeven. Als verdere insluitsels werden in den granaat aangetroffen een enkel zuiltje van toermalijn of rutiel en wat ertskristalletjes. Hoewel de barsten der granaatkristallen steeds zeer fijn zijn vallen ze toch weer dadelijk in het oog door de afzetting van geringe hoeveelheden biotiet, zoodat ook smalle geelbruine bandjes door de kristallen heenloopen.

De distheen vormt langzuilvormige kristallen met een goed ontwikkelde splijting evenwijdig aan de zuilrichting; sneden loodrecht op de negatieve bisectrix zijn zuilvormig en vertoonen de goede splijting niet, wel een dwarsafzondering loodrecht op de zuilas (afzondering volgens 001), en enkele niet doorloopende splijtstrepen evenwijdig aan de zuilas (vrij goede splijting volgens 010). De lengterichting der zuilen is positief; de genoemde zuilen loodrecht op de negatieve bisectrix van een grooten assenhoek vertoonen een uitdooving van ongeveer 30° ten opzichte der zuilas. Het pleochroïsme is zeer zwak ontwikkeld, slechts waarneembaar in enkele van lichtblauw tot violette plekjes, die pleochroïtisch zijn van genoemde kleur tot bijna kleurloos met $\mathfrak{c} > \mathfrak{a}$. De kristallen zijn soms door ingesloten fijne kooldeeltjes bijna ondoorzichtig.

De muscoviet houdt soms ook zeer veel stofachtige zwarte kooldeeltjes omsloten, doch onderscheidt zich reeds dadelijk door zijn grootere dubbelbreking van distheen. Naast kooldeeltjes is ook erts aanwezig, wat het groote ijzergehalte der oplossing in zuren reeds waarschijnlijk maakt. Na het behandelen van de dunne doorsnede met HCl neemt de hoeveelheid der zwarte substantie af, terwijl zij daarna bij gloeien op platinablik verdwijnt.

De toermalijn vormt sterk pleochroïtische zuiltjes ($\pm$ 0.1 tot 0.4 mM.) met fraai zonairen bouw in concentrische schalen. Het pleochroïsme is voor de verschillende zones van bruinachtig of blauwachtig tot

bijna kleurloos met O > E. De blauwachtige gedeelten vormen de kern, de bruinachtige de randzone der kristallen, waarbij dan dikwijls in de overgangszone der beide gedeelten een of meer rijen zwarte insluitseltjes evenwijdig aan de kristalbegrenzing waarneembaar zijn. Het absorptieschema is als volgt:

rand	O (lichtbruin)	> E (kleurloos)
overgangszone	O (wat donkerder licht vaalbruin)	> E (ongeveer kleurloos)
kern	O (wat donkerder licht vaalblauw)	> E (kleurloos of zeer lichtblauwachtig getint).

waarbij de sterkte der absorptie van de kern naar de randzone is afgenomen.

De blauwachtige kernen zijn wat sterker dubbelbrekend dan de bruinachtige randzones, hetgeen overeenkomt met de door E. A. Wülfing [1]) opgegeven constanten van toermalijn, waarbij de ijzerrijke varëteiten de hoogste dubbelbreking en de magnesiumrijke middelmatige dubbelbreking bezitten.

Behalve in deze zonaire kristallen komt vooral de bruinachtige variëteit ook in afzonderlijke kristallen voor, met de zwarte insluitseltjes evenwijdig aan de kristalbegrenzing en ook hier treden weer donkerder gekleurde kernen op.

In het gesteente vallen enkele doorsneden op met een zwak pleochroïsme van lichtgeel tot kleurloos, onduidelijke splijtingen, ongeveer rechte uitdooving, sterke lichtbreking en zwakke dubbelbreking. De negatieve bisectrix van een grooten hoek stond ongeveer loodrecht op een der doorsneden, waarbij het pleochroïsme als volgt kon worden bepaald:

$\mathfrak{c}$	>	$\mathfrak{b} \pm = \mathfrak{a}$
lichtgeel		kleurloos.

Het optisch assenvlak staat loodrecht op een slecht ontwikkelde splijtingsrichting, die door enkele barsten wordt gemarkeerd, terwijl

1) E. A. Wülfing. Ueber einige kristallographische Constanten des Turmalins und ihre Abhängigkeit von seiner Zusammensetzung. Programm zur 82. Jahresfeier der k. Württemb. landwirtschaftl. Akademie Hohenheim. Stuttgart 1900.

ook in een richting evenwijdig met het optisch assenvlak een geringe aanduiding van splijting is te zien.

Ook dit mineraal is dikwijls zeer rijk aan de fijne zwarte insluitsels, die evenwijdig aan de laagrichting van het gesteente en zonder eenig verband met het omsluitende kristal er zich doorheen voortzetten.

De vastgestelde eigenschappen zijn die van stauroliet.

Het bruingele, zeer sterk licht- en dubbelbrekende mineraal, dat zwak pleochroïtisch is in bruingele kleuren en — wanneer het in kleine langgerechte zuiltjes is ontwikkeld — recht uitdooft, is rutiel.

Het pleochroïsme is als volgt:

E	>	O
bruinachtig tot geelachtig bruin, soms met wat groenachtigen tint.		geel tot bruinachtig geel.

Het mineraal komt zoowel voor tezamen met een zwarte ertssubstantie, op een wijze, waardoor aan het ontstaan ten koste daarvan wel niet kan worden getwijfeld, als ook in geïsoleerde korrels en zuiltjes, waarvan de laatste recht uitdooven en positieve ellipsligging vertoonen.

Ook worden echter de geelbruin doorzichtige gedeelten dikwijls door de zwarte omgeven, waardoor omgekeerd aan het ontstaan daarvan (ilmeniet?) uit rutiel kan worden gedacht. De karakteristieke rutieltweelingen volgens (101) werden in zeer enkele gevallen waargenomen.

N[0] 831. Tweeglimmerschist. Vindplaats: Los bij het bergje Iliedaai ten Westen van Tomra.

Dit gesteente bevat biotiet en muscoviet beide, die op het hoofdbreukvlak duidelijk naast elkaar in kleine blaadjes, die meestal kleiner dan 1 mM. zijn, in het oog vallen; het is donkergrijs met bruinachtige tint en vertoont een schisteuse tot flaserige textuur. Mikroskopisch blijkt het gesteente te bestaan uit kwarts, waarnaast waarschijnlijk orthoklaas en zure plagioklaas beide voorkomen, verder biotiet, muscoviet, erts, kooldeeltjes en in geringe hoeveelheid toermalijn. De biotiet is sterk pleochroïtisch, meestal van donker

roodbruin tot zeer lichtroodbruin, doch soms ook van geelgroen tot zeer licht geelgroen.

Enkele vrij groote ertskristalletjes komen voor naast vele kleinere die door biotiet omsloten worden, terwijl veel fijn zwart, soms stofachtig materiaal door het geheele gesteente is verspreid, dat voor een groot deel wel uit koolsubstante zal bestaan. De toermalijn is slechts in enkele zuiltjes met vaalblauwe absorptiekleuren aanwezig.

9. **Tweeglimmergneissen.**

N⁰ 812. Vindplaats: Rolsteen in de rivier Batoe Pajong.

Tot deze groep behoort een vrij glimmerarm gesteente, waarin het veldspaatgehalte zoodanig is toegenomen, dat het niet meer als glimmerschist maar als gneis dient te worden opgevat. Het werd gevonden als rolsteen in den benedenloop van de rivier Batoe Pajong, ten Westen van Serwaroe, en is een fijngelaagd en fijnkorrelig grijswit gesteente, waarin we op het hoofdbreukvlak de fijne glimmerblaadjes, die kleiner dan 1 mM. blijven, zien glinsteren en talrijke zeer kleine zwarte ertskristalletjes zien afsteken. Mikroskopisch blijkt het kleurlooze mengsel te bestaan uit kwarts en veldspaat, de laatste soms polysynthetisch vertweelingd en doorgaans aan een begin van sericitisatie te herkennen. Verdere samenstellende mineralen zijn: muscoviet, biotiet, vrij veel epidoot, fraai idiomorphe ertskristalletjes en wat chloriet.

Ook de niet vertweelingde veldspaat behoort wel grootendeels tot albiet en niet tot orthoklaas, wat verscheidene doorsneden bewijzen, waarop een spitse positieve bisectrix loodrecht uittreedt.

De epidoot is soms vertweelingd en meestal geel gekleurd; naar de dubbelbreking kunnen verscheidene variaties tusschen klinozoïesiet en pistaciet onderscheiden worden. Zij vormen korrels, maar ook goed ontwikkelde kleine zuiltjes met dwarsafzondering.

De biotiet is pleochroïtisch van donkerbruin met groenachtige tint tot geel of groenachtig geel; hij is in ongeveer gelijke hoeveelheid als muscoviet in het gesteente aanwezig.

De magnetietkristalletjes zijn fraai idiomorph en zijn in dit ge-

steente totaal onverweerd. Fijne tot stofachtige insluitsels van erts of koolachtige substantie komen niet in de overige mineralen van dit gesteente ingesloten voor. Het Si 0_2 gehalte van dit gesteente is 75.24°/o.

10. Phyllieten.

De groep der phyllieten is sterk vertegenwoordigd. Al die phyllieten zijn echter weinig veranderde kleisteenen zonder mineralogisch belang, zooals die onder de gesteenten van het zuidelijk gedeelte van het eiland Letti in groote hoeveelheid voorkomen. Deze zullen niet nader worden beschreven.

Van een eenigszins afwijkend karakter is een gesteente, dat hieronder kort zal worden vermeld.

N° 568. Vindplaats: Rolsteen in het bed van de Oeplatewal.

Het is een fijngelaagd, weinig veranderd leigesteente van grijszwarte kleur, dat naast kwarts veel, ten deele roodbruin verweerde, ertskristalletjes blijkt te bevatten; bovendien komen muscoviet (sericiet), biotiet en chloriet in het gesteente voor. Naast kwarts is ook veldspaat aanwezig. Men ziet enkele, min of meer afgeronde, grootere ertskristalletjes, waarom aureolen van bijna kleurlooze stralen met afwisselende positieve en negatieve ellipsligging zijn afgezet. Ook zijn tallooze, zeer kleine cubi opgehoopt om de rest van een grooter ertskristalletje.

Het Si 0_2 gehalte van dit gesteente bedraagt 65°/o, het Fe gehalte ongeveer 4°/o.

11. Kwartsieten.

Geen dezer gesteenten is veldspaatvrij; evenals bij de glimmerschisten overgangen naar gneissen voorkwamen, kan ook hier het veldspaatgehalte vrij aanzienlijk zijn, echter niet voldoende om van gneissen te kunnen spreken. Bovendien is in deze gesteenten, behalve

het sericitiesche verweeringsproduct der veldspaten, weinig glimmer aanwezig. Een schisteuse textuur is zeer weinig ontwikkeld, de structuur is granoblastisch.

N⁰ 598. Vindplaats: Vast gesteente dicht ten Westen van het brongebied van de Oeplatewal.

In dit grijswitte gesteente kan men reeds makroskopisch, tegen de min of meer glanzende kwartsmassa, talrijke lichtgele troebele lijstjes zien afsteken, die bestaan uit ten deele gesericitiseerden veldspaat. Witte kwartsadertjes verloopen onregelmatig door het gesteente.

Mikroskopisch ziet men een kristallijn mozaiek, waarin de veldspaten blijken te behooren tot kaliveldspaat, albiet en zonair gebouwden, zuren plagioklaas met zuurdere randzone. De kaliveldspaat vertoont soms de karakteristieke roosterstructuur van mikroklien, voorts komt ook kaliveldspaat met albiet in mikroperthietische vergroeiing voor. Aggregaten van bochtig ten opzichte van elkaar begrensde, kleine veldspaatindividuen zijn waarschijnlijk gevormd door regeneratie van vergruisde grootere veldspaatkristallen. Ook werden aggregaten gezien bestaande uit langgerekte zuiltjes van zuren plagioklaas, die hoofdzakelijk in één richting gestrekt liggen, en aggregaten, die hoofdzakelijk bestaan uit kleine kwartskristalletjes. De sericietisatie heeft sommige veldspaten geheel in pseudomorphosen veranderd, meestal is het bij het eerste begin van het proces gebleven, terwijl ook vele veldspaten nog geheel frisch zijn. Soms liggen de sericietblaadjes geheel onregelmatig, in andere gevallen wisselen parallelle, gesericietiseerde lamellen met geheel onveranderde af, misschien het gevolg van een verschil in chemische samenstelling. Sporen van drukwerking verraden zich ten eerste door de reeds bovengenoemde kataklase, ook door de soms in geringe mate verbogen plagioklaaslamellen en de unduleuze uitdooving. Erts of verweeringsproducten daarvan zijn in dit gesteente zoo goed als niet aanwezig, wel zijn in geringe hoeveelheid zeer fijne insluitsels in de overige mineralen waarneembaar, waarvan er bij zeer sterke vergrooting veel als vloeistofinsluitsels met luchtbel worden herkend, verder ook zeer fijne naaldjes, die misschien tot rutiel behooren. Zwarte, stofachtige insluitsels bestaan uit koolachtige substantie.

In zeer geringe hoeveelheid komen bruinachtige biotiet en kleurlooze glimmer in fijne blaadjes voor, meestal als een smalle band tusschen de overige mineralen van het gesteente.

MUSCOVIET-BIOTIET-KWARTSIET.

N° 600. Vindplaats: Op geringen afstand ten Westen van het brongebied van de Oeplatewal. Het komt voor in bankjes, die door leiachtige gesteenten zijn gescheiden, iets ten Noorden van uitgewalste crinoïdenkalken.

Dit gesteente nadert door zijn vrij hoog gehalte aan muscoviet en biotiet tot de tweeglimmerschisten of tot de phyllieten; echter is de uiterlijke habitus nog geheel die der kwartsieten. Het fijnkorrelige gesteente is in verband met zijn biotietgehalte wat donkerder gekleurd dan het vorige; het heeft een bruinachtige tint, en is tevens minder kristallijn. Onder het mikroskoop blijkt het gesteente ook weinig kristallijn en vrij glimmerrijk; het vertoont een min of meer gelaagde textuur door de rangschikking der glimmerblaadjes en de uitwalsing der kleurlooze mineralen. Overigens zijn de mineralen hoofdzakelijk dezelfde als die van het vorige gesteente; naast den glimmer komt wat unduleuze kwarts voor en verder veldspaten, waaronder een polysynthetisch vertweelingde soort met geringe uitdoovingshoek en een zonaire, zure plagioklaas, de heerschende zijn; beide zijn ten deele gesericietiseerd.

De glimmers komen beide voor in vrij groote, soms verbogen lijstvormige doorsneden en omgeven bovendien in fijne blaadjes de overige mineralen van het gesteente. De biotiet is geelbruin of groenachtig gekleurd. Er komen ertskristalletjes en hun roodbruine verweeringsproducten voor; het erts is ten deele veranderd in sterk licht- en dubbelbrekenden leukoxeen, terwijl daarnevens ook geïsoleerde kleine spitsrhombische doorsneden of korrels van titaniet voorkomen. Stofachtige insluitsels, waarbij wel kooldeeltjes zullen voorkomen, worden in geringe mate in de overige elementen aangetroffen. Een enkele zeer kleine, kleurlooze, zeer sterk lichtbrekende, tetragonale doorsnede wijst op zirkoon.

12. Kristallijne kalksteenen.

Op het naburige eiland Moa komen ongelaagde grofkristallijne witte kalksteenen voor, die gekenmerkt zijn door de aanwezigheid van makroskopisch herkenbare kristalletjes van graphiet en phlogopiet; die van het eiland Letti zijn meestal fijner kristallijn en dikwijls grauw gekleurd; zij hebben doorgaans een gelaagde of schisteuse textuur. Er zijn enkele muscoviet- en tegelijk kwartshoudende variëteiten, waardoor overgangen ontstaan naar de kalkglimmerschisten. De schisteuse structuur is een gevolg van de aanwezigheid van zeer dunne laagjes, die bestaan uit sericiet- en chlorietschubjes, tusschen de dikkere banden van kristallijnen kalk.

In verband met de bovengenoemde kenmerken, die overeenkomen met die der epi-gesteenten der marmergroep, ontbreken mineralen als phlogopiet, graphiet, amphibolen, pyroxenen, granaat [1]) enz. onder de accessoriën en zijn deze beperkt tot kwarts, albiet, kleurloozen glimmer, epidoot en zoïsiet, titaniet, korund, toermalijn en chloriet.

In vrij groote hoeveelheid zijn accessoriën aanwezig in een muscovietrijken, onduidelijk gelaagden kristallijnen kalk van den top van den Goenoeng Emderi, terwijl ook dergelijke gesteenten als rolstuk in de Oeplatewal werden aangetroffen. Op den top van den hoogsten berg van Letti, den G. Warlawan, werden schisteuse tot flaserige gesteenten met phyllietische textuur in vaste banken aangetroffen, die hun textuur ontleenen aan tusschenliggende, parallel gerangschikte, sericietschubjes; sommige zijn zeer rijk aan ijzeroxyden. Wanneer naast sericiet kwarts voorkomt ontstaan overgangen naar de kalkphyllieten.

N⁰ 528, 531, 649. Vindplaats: Losse stukken op den top van den Goenoeng Emderi.

1) Verbeek beschrijft bij zijn Letti-gesteenten (Molukken-Verslag p. 599) een rolsteen van kristallijnen kalk uit de rivier Mataweroe of Batoe Pajong, waarin hij zeer veel nieuw gevormde mineralen vond, o. a.: zeer lichtgroenen, diopsiedachtigen pyroxeen met uitdoovingen van 45° en soms bruinachtige kern, ongekleurde zuilen en korrels van zoïsiet en klinozoïsiet, geelachtig rooden granaat en sterk pleochroïtischen titaniet.

Onder de door mij onderzochte handstukken komen dergelijke gesteenten niet voor.

Deze gesteenten zullen gezamenlijk worden behandeld.

Alle handstukken vertoonen een duidelijke laagstructuur, waarbij, zooals bij breuk loodrecht op het laagvlak blijkt, banden van enkele mM. breedte met elkaar afwisselen. Deze bestaan uit lichtgrijzen, donkergrijzen en bruinachtigen kristallijnen kalk, waarvan de verschillende kleuren worden bepaald door het ijzergehalte en het gehalte aan accessorische mineralen. De dunne banden bestaan bijna geheel uit muscoviet, die vooral op het verweerde oppervlak duidelijk opvallen, doordat ze als een scherpe rand uit de kalk omhoogsteken. Op sommige laagvlakken ziet men talrijke, op andere slechts weinig muscovietblaadjes glinsteren. De gemiddelde korrelgrootte is ongeveer 1 mM., doch enkele kalkspaatkristallen bereiken afmetingen tot 1 cM. en vertoonen reeds makroskopisch duidelijk de streeping der polysynthetische lamellen naar $-\frac{1}{2}$ R. Verder vallen in het handstuk enkele glinsterende pyrietkristallen op.

Mikroskopisch blijken hoofdbestanddeelen te zijn: calciet, vrij veel pyriet en ilmeniet, het eerste mineraal ten deele veranderd in limoniet, het tweede in leukoxeen. De accessoriën zijn in de minderheid en bestaan uit kwarts, zuren plagioklaas (soms zonair), weinig pistaciet, zoïsiet, korund, toermalijn, titaniet en wat chloriet (Pl. XVI, fig. 2). De calciet vertoont fraaie polysynthetische tweelingen volgens $-\frac{1}{2}$ R, en de dikwijls onregelmatige lapvormige begrenzing van de korrels herinnert nog aan gewone kalksteenen. Behalve dat grootere en kleinere ertskristalletjes door calciet worden omsloten, is deze laatste steeds min of meer gepigmenteerd door koolachtige substantie. De muscovietblaadjes zijn gemiddeld 1 mM. groot en zijn dikwijls verbogen; albiet is aanwezig naast den soms zes-zijdigen kwarts, zoowel in polysynthetisch of volgens de Karlsbader wet vertweelingde kristallen, als in niet polysynthetisch vertweelingde kristallen, waarvan isotrope doorsneden loodrecht op een optische as bleken te staan, dus ook veldspaat en geen kwarts zijn. Behalve deze kleurlooze, zwak licht- en dubbelbrekende mineralen, zijn er ook onregelmatig begrensde korrels en zuiltjes met zwakke dubbelbreking en zeer sterke lichtbreking in geringe hoeveelheid in het gesteente aanwezig. Deze vertoonen soms de blauwe polarisatiekleuren van zoïsiet en dwarsafzondering loodrecht op de zuil, andere zijn wel zwak

dubbelbrekend, maar zonder blauwe polarisatiekleuren. Aan sommige isotrope, sterk lichtbrekende, basissneden kon een ± één-assig, positief teeken worden bepaald, dat misschien behoort tot bijna een-assigen zoïsiet. In een der gesteenten werd een hexagonale doorsnede gezien van een kristal met insluitsels, gerangschikt evenwijdig aan de kristalbegrenzing; dit kristal bleek loodrecht op de hoofdas getroffen en negatief één-assig te zijn. Onder de zuilvormige doorsneden zijn er met negatieve en met positieve ellipsligging, en men heeft hier blijkbaar zoowel met vesuviaan en zoïsiet als met korund te doen, waarbij de hoeveelheid van elk mineraal afzonderlijk lastig is uit te maken.

Op korund wijst ook nog het dikwijls optredende begin van sericietiseering der zuilvormige kristallen. De bovengenoemde zeszijdige doorsnede was kleurloos en werd beschouwd als korund en niet als toermalijn, die ook in enkele zuilvormige doorsneden werd aangetroffen. De zuilen van het laatstgenoemde mineraal zijn zonair gebouwd met blauwachtige, sterker dubbelbrekende kern en bruinachtige, zwakker dubbelbrekende randzone; kern en rand gaan in elkaar over. Talrijke ertskristalletjes worden omsloten; overigens werden nog opgemerkt niet twijfelachtige pistaziet in enkele kanariegele zuiltjes met duidelijke splijting evenwijdig aan de zuilas en grootendeels complete, idiomorphe pseudomorphosen van leukoxeen naar ilmeniet, terwijl ook titaniet in geïsoleerde kristalletjes voorkomt.

De overige kristallijne kalksteenen van het eiland Letti zijn zonder mineralogisch belang. Zij bestaan uit zwak gepigmenteerde, kleine calcietkorrels, die soms verbogen polysynthetische tweelingslamellen vertoonen, waaruit de drukwerking nog duidelijk blijkt. In zeer geringe hoeveelheden komen sericiet, chloriet en wat verweeringsproducten van ijzererts voor. Zij vormen lagen en banken van meestal geringe dikte in den kalkphyllietischen horizon bij den top van den Woearlawan en herinneren, wat kleur en korrelgrootte betreft, nog duidelijk aan gewone kalksteenen, zooals bij de banken van kristallijnen kalksteen in kalkphyllieten dikwijls het geval is.

Als voorbeelden kunnen worden genoemd de fijnkristallijne lichtrose kalksteen N° 550, vlak bij den top van den Woearlawan, die

verzameld werd van den uitstekenden rotswand iets ten Noorden van den kalkphylliet 547, verder een roodachtig en geelbruin gevlekte kalksteen met veel aders van witten calciet (536 en 553), die verzameld werd in den nek, aan de noordwestzijde van, en nabij den hoogsten top van den Woearlawan en ten slotte een gele kalksteen met aders van witten calciet van dezelfde vindplaats. Mikroskopisch zijn sterke absorptieverschillen tusschen gewonen en buitengewonen straal dikwijls duidelijk waarneembaar. Deze gesteenten zijn reeds bijna gewone kalksteenen, waarvan later nog enkele zullen worden beschreven.

N⁰ 676 en 712. Vindplaats: Voortop van den Joesoeëlie. Deze beide gesteenten van eenzelfde vindplaats vertoonen in de handstukken een onregelmatige afwisseling van geelgroene en grijs-zwarte kleuren, ook donker violette tinten komen voor. Onder het mikroskoop ziet men, dat deze kleurverschillen gepaard gaan met een sterkere of zwakkere pigmentatie der calcietkorrels.

Overigens werden in verschillende preparaten sterke wisselingen in de grootte en het aantal der accessorische mineralen (albiet, kwarts en muscoviet) waargenomen, terwijl alle gesteenten rijk zijn aan zeer fijne korrels en zuiltjes van mineralen der epidootgroep, die zich gezamenlijk ophoopen en door alle overige elementen worden omsloten. Toermalijn in lange zuilen, die pleochroïtisch zijn van bleekblauw tot kleurloos en negatieve ellipsligging vertoonen, werd in zeer geringe hoeveelheid waargenomen.

De albiet is dikwijls duidelijk polysynthetisch vertweelingd, ook Karlsbader tweelingen komen voor; vooral in een preparaat van het gesteente 676 werd dit mineraal in groote kristallen waargenomen. Op kwarts wijzen éénassig positieve assenbeelden, doch ten opzichte van den albiet blijft dit mineraal ondergeschikt.

De sericiet en epidoot vormen kleine blaadjes, resp. korreltjes, die soms door de overige bestanddeelen van het gesteente worden omsloten, maar zich voor een groot deel tusschen de kristallen der overige mineralen ophoopen. Deze ophoopingen loopen als smalle snoeren door het gesteente, waardoor een zwakke gelaagdheid ontstaat.

De grens der kalkspaatkristallen is niet scherp, de verschillende

individuen grijpen onregelmatig in elkaar, terwijl stukken van een bepaald kristal door een ander geheel kunnen worden afgesnoerd. De kristallen zijn polysynthetisch vertweelingd.

Behalve het bovengenoemde pigment werden ook enkele ertskorreltjes opgemerkt, die ten deele tot een bruinroode substantie zijn verweerd.

Het gesteente 684 vertoont mineralogisch ongeveer dezelfde kenmerken als de hierboven beschreven gesteenten; in de handstukken steken van uit het verweerde oppervlak smalle uitgeweerde snoeren omhoog, die min of meer parallel verloopen.

13. Grofkorrelige mengsels van kwarts en calciet met epidoot en chloriet.

N⁰ 532 en 578. Vindplaats: losse stukken in het dal der Oeplatewal.

In verband met de vorige kunnen enkele gesteenten worden behandeld, die bestaan uit een grofkorrelig mengsel van calciet en kwarts met zeer vele epidootzuiltjes en chloriet.

Makroskopisch vallen tot één centimeter groote splijtstukken van calciet in het oog en daarnevens even groote kwartskristallen, terwijl een geelachtig groene pistazietmassa in aggregaten van kleine zuiltjes tusschen en in de overige elementen verspreid ligt. Op andere plaatsen hoopt de chloriet zich als een donkergroen weefsel op. Bij mikroskopisch onderzoek blijkt de kalkspaat polysynthetisch vertweelingd met soms verbogen lamellen, terwijl de kwarts grootere, dikwijls unduleus uitdoovende kristallen of ook een complex van kleinere individuen vormt, die door zeer bochtige lijnen ten opzichte van elkaar zijn begrensd. Naast kwarts komt alkaliveldspaat in geringe hoeveelheid voor, wat uit de aanwezigheid van Karlsbader tweelingen blijkt. De kanariegele pistaziet is soms vertweelingd volgens (100) en wordt zoowel door den calciet als door den kwarts omsloten; de calciet vertoont soms een fraaie zeefstructuur, waarbij tallooze, kleine

kwarts- en pistazietkristalletjes worden omsloten en slechts weinig calcietsubstantie, van een over grooten afstand gelijk georiënteerd individu, zich tusschen de omsloten mineralen verbreidt. De pistaziet vertoont ook dáar een fraaien zuilvorm, terwijl de kwarts in meestal bochtig begrensde of afgeronde kristalletjes voorkomt. Soms hoopt de epidoot zich, met geringe of zonder bijmenging van andere mineralen, op tot aggregaten van kleine, zuilvormige individuen, waarbij lichtgroene chloriet in geringe hoeveelheid naast den epidoot voorkomt. Omgekeerd werden echter ook in het chlorietweefsel pistazietzuiltjes met idiomorphe begrenzingen aangetroffen.

14. **Calcietrijke kalkphyllieten.**

Typische kalkphyllieten, waarin het kwartsgehalte aanzienlijk is en waarin sericietblaadjes de schistvlakken bedekken, of zich met kwarts tot afzonderlijke lagen vereenigen, die met kalk afwisselen, ontbreken onder de hier beschreven gesteenten geheel.

Doch in onze epimarmergesteenten ontstaan, door het optreden van talrijke, evenwijdig georiënteerde, en min of meer laagsgewijs opgehoopte sericietblaadjes, dikwijls schisteuse texturen; wanneer naast sericiet kwarts optreedt, zien we reeds in de handstukken op het verweerde oppervlak hardere slieren uitsteken, die mikroskopisch phyllietische samenstelling vertoonen. Wanneer deze slieren en laagjes wat in dikte toenemen, ontstaan de hier beschreven calcietrijke kalkphyllieten, die met de kalkphyllieten meer de phyllietische textuur dan de mineralogische samenstelling gemeen hebben.

N⁰ 547. Vindplaats: Op den top van den Woearlawan, iets meer westelijk dan n⁰ 541.

Het is een weinig kristallijne kalksteen, die aan tusschenliggende, evenwijdige sericietblaadjes een schisteuze textuur ontleent. Voor zoover deze sericietlaagjes zeer dun blijven, behoort het gesteente nog tot de schisteuze marmergesteenten der hoogste zone; waar zij soms in dikte toenemen en dan daarbij onder het mikroskoop wat kwarts en chloriet blijken te bevatten, nadert het gesteente tot meer phyllietische variaties.

N⁰ 541. Vindplaats: Op den top van den Woearlawan, den hoogsten top van Letti.

Dit gesteente is ook meer om zijn textuur, dan om zijn mineralogische samenstelling met de kalkphyllietische gesteenten in verband gebracht.

Het onderscheidt zich voornamelijk door zijn donkere kleur, als gevolg van de afwisseling van roodbruine en zwartgrijze, zeer dunne, golvende laagjes, die meestal snel uitwiggen.

Mikroskopisch blijken de roodbruine gedeelten uit gekleurden calciet zonder andere mineralen te bestaan; de grijszwarte gedeelten blijken zeer rijk aan, ten deele roodachtige, meestal zwarte ijzerertsdeeltjes, die soms de geheele ruimte opvullen en die dan ondoorzichtig maken. Meestal zijn zij echter gemengd met sericiet alleen of te samen met kwarts en calciet. Ook komen ertsarme gedeelten voor, die bijna alleen bestaan uit sericiet en wat kwarts. De rijkdom aan erts van het gesteente blijkt ook uit het gehalte aan Fe, dat 29.35 °/₀ bleek te zijn; het $Si\,O_2$ gehalte is 37.88 °/₀.

15. Kalksteenen en Zandsteenen.

Onveranderde kalk- en zandsteenen zullen om hun gering mineralogisch belang niet nader worden beschreven.

Onveranderde kalksteenen komen veel voor in het zuidelijkste deel van het bergland van het eiland en ook in het bergje Iliedaai, ongeveer 2 K.M. ten Westen van Tomra aan de noordkust, waarbij de vele, later te beschrijven, rolsteenen van basische eruptiefgesteenten werden verzameld, bestaat uit een geelachtig grijzen, dichten kalksteen met enkele witte kalkspaataders (830). De slechts weinig veranderde kalksteenen bij den top van den Woearlawan werden reeds vermeld.

Van de zandsteenen kan worden vermeld een stuk van groenachtig grijze kleur, verzameld op het zadel tusschen de heuvels Javanoea en Manoepoera (815). Het bindmiddel bestaat uit calciet, evenals dat van een grijszwart soms rossig gesteente, met zeer veel

erts en weinig glimmer, dat werd verzameld van vaste banken op den top van het bergje Boernoewan of Ilie (808).

16. Diorieten.

Op het naburige eiland Moa werden gesteenten van deze groep als vaste rots in groote hoeveelheid aangetroffen, op het eiland Letti werden zij slechts als rolstukken verzameld, voornamelijk bij de kleine rots Iliedaai ten Westen van Tomra, dicht bij het noorderstrand. Ook op de helling van den heuvel Javanoea ten Oosten van Serwaroe werden dergelijke gesteenten gevonden.

Het zijn meest middelkorrelige gesteenten met ongeveer evenveel kleurlooze als donkere mineralen. De meer fijnkorrelige soorten gesteenten gelijken op grofkorrelige diabazen.

De heerschende plagioklazen varieeren tusschen andesien en labradoor, zuurdere en meer basische plagioklazen blijven ondergeschikt; in verschillende kwartsvrije variaties komen biotiet en augiet gezamenlijk voor.

Enkele variaties zijn gekenmerkt door een groot kwartsgehalte, waardoor granodiorietische gesteenten, die op het eiland Moa door meer dan één type vertegenwoordigd zijn, ontstaan. In deze laatste gesteenten is de normale, hypidiomorph korrelige granietstructuur ontwikkeld, terwijl in de meer basische variaties de plagioklaas dikwijls idiomorph ten opzichte der donkere mineralen is begrensd. In de hieronder te beschrijven granodiorieten ontbreekt de augiet, terwijl naast geringe hoeveelheden biotiet zoowel groene, als bruine amphibolen voorkomen, hetgeen in verband staat met de intermediaire plaats, die deze gesteenten innemen tusschen de granieten en syenieten eenerzijds, en de gabbro's anderzijds.

AUGIETBIOTIETDIORIETEN.

N° 778, 802 en 833. Vindplaats: L o s b i j h e t r o t s j e I l i e d a a i, t e n W e s t e n v a n T o m r a.

Het zijn middelkorrelige gesteenten, bestaande uit een grijze massa der kleurlooze mineralen, waarin talrijke zwarte kristallen en kristalaggregaten der donkere mineralen, die dikwijls afmetingen

van ½ cM. bereiken, in geringere hoeveelheid voorkomen. Onder het mikroskoop blijken de samenstellende mineralen te zijn: zeer sterk bestoven plagioklazen, augiet, biotiet, magnetiet, chloriet, apatiet en talrijke secundaire mineralen, waaronder albiet, calciet, analciem en prehniet.

De veldspaten zijn doorgaans, de donkere mineralen slechts bij uitzondering, idiomorph; skeletachtige bouw bleek bij augiet en magnetiet zeer fraai ontwikkeld.

De bepaling der basiciteit der veldspaten in sneden der symmetrische zone gaf als gemiddelde een plagioklaas, wat basischer dan andesien en wat zuurder dan labradoor.

De veldspaten zijn sterk getroebeld, voornamelijk door zeer talrijke submikroskopische insluitsels; een deel der heldere, neogene mineralen is duidelijk ten koste van hen gevormd. Daarbij begint de omzetting dikwijls in de centra der kristallen, het secundaire product vormt soms vrij sterk dubbelbrekende blaadjes en lijstjes, die zich langzamerhand tot een optisch gelijk georiënteerd geheel vereenigen, doch zich ook in soms waaiervormig uitdoovende aggregaten tusschen de overige elementen van het gesteente bevinden. De brekingsindices, in sneden loodrecht op een vrij duidelijk ontwikkelde splijting, zijn hooger dan die der veldspaten, terwijl het kristal evenwijdig aan de splijtstrepen uitdooft. In andere doorsneden komen scheeve uitdoovingen voor. Het relief is dikwijls sterk. Voor zoover de ellipsligging der zuilvormige doorsneden negatief is, wijzen deze eigenschappen op prehniet en misschien hydrargylliet (Plaat XIII, fig. 1 en 2).

Ten opzichte der troebele veldspaatsubstantie is dit mineraal dikwijls door een onregelmatigen helderen zoom zonder relief, met lageren brekingsindex en dubbelbreking, begrensd. Ook wordt deze substantie door de sterker dubbelbrekende omsloten, terwijl onregelmatige aders in de laatste met calciet zijn opgevuld.

De drie laatst genoemde mineralen zijn blijkbaar gelijktijdig en ten koste van den oorspronkelijken veldspaat gevormd.

Heldere gedeelten in of tusschen de troebele plagioklazen zijn soms isotroop en bestaan dan wel uit analciem; sommige zijn zwak dubbelbrekend en bestaan uit een waaiervormig zeolietachtig aggregaat van stralen met uitsluitend positieve of uitsluitend negatieve,

of afwisselend positieve en negatieve ellipsligging; deze komen ook buiten de veldspaten voor. Secundaire albiet is helder en doorschijnend. en vertoont soms een fijne tweelingslamelleering. In de met al deze mineralen opgevulde ruimten ziet men dikwijls onveranderde, sterk bestoven veldspaatzuilen naar voren steken, en ook ten opzichte der overige elementen zijn deze ruimten hoekig begrensd; zij waren blijkbaar na de kristallisatie der hoofdbestanddeelen nog in het gesteente aanwezig. Ook calciet en chloriet komen in deze laatste holten van het gesteente voor, die zich ten koste der overige mineralen hebben vergroot.

De augiet vormt groote kristallen, die slechts bij uitzondering een eigen kristalvorm vertoonen en dan door een goed ontwikkeld prisma en klinopinacoïd zonder orthopinacoïd zijn gekenmerkt. Hij is zwak pleochroïtisch, wat b. v. in sneden loodrecht op de spitse, positieve bisectrix van een niet zeer groote assenhoek als wisselingen waarneembaar is van een zeer zwak violette tint tot kleurloosheid met $\mathfrak{b} > \mathfrak{a}$. Doorgaans vertoonen de augietkristallen skeletachtigen bouw, waaraan nog in groote trekken de zuilvorm is te herkennen. Voornamelijk veldspaatlijsten dringen met idiomorphe kristalbegrenzing in de augietkristallen binnen en liggen er ook geheel door omsloten in verspreid. Dikwijls zijn de augietkristallen in verschillende geïsoleerde gedeelten verknipt, die optisch gelijk zijn georiënteerd. Ook alle neogene mineralen van het gesteente worden met meestal onregelmatige begrenzing door augiet omsloten. Hun vorming is soms duidelijk aan barsten in het kristal gebonden, die tot den rand doorloopen. De biotiet is bruin of groen gekleurd en pleochroïtisch van deze kleuren tot bleekgeel met bruin- of groenachtige tint. Hij vormt grootere blaadjes waarin de bruine en groene dikwijls zijn vergroeid, maar soms fijne vezelige aggregaten, die waarschijnlijk neogeen zijn. Tenminste in groote hoeveelheid vindt men bruine en groene, vezelige aggregaten met soms centrische rangschikkingen, samen met zwak dubbelbrekenden chloriet, verspreid liggen in een kleurlooze massa, zonder waarneembare dubbelbreking, tusschen de hoofdbestanddeelen van het gesteente. Ook ziet men deze laatste in de veldspaten (zie hierboven) en dan duidelijk ten koste van deze gevormd. Ten opzichte van aangrenzende veldspaten kon de zwakkere

lichtbreking der isotrope massa worden bepaald, die dus waarschijnlijk bestaat uit analciem. Bovendien worden er soms door omsloten zeer talrijke, haarfijne naaldjes van groenachtige of gele kleur en positieve ellipsligging; deze bestaan wel uit actinolietischen amphibool. In andere gevallen werden zeer fijne kleurlooze lijstjes of schubjes waargenomen met sterkere dubbelbreking en scheeve uitdooving ten opzichte der lengterichting; hun ellipsligging is positief. Ook ziet men den biotiet met de boven beschreven eigenschappen zich ophoopen tot aggregaten zonder tusschenliggende, kleurlooze massa. In grootere kristalletjes is soms een zonaire overgang van bruinen biotiet in de kern naar groenen in de randzone waarneembaar. De grootere individuen omgeven dikwijls de ertskristallen, te zamen met radiaalstraligen of normaalvezeligen chloriet. De ertskristalletjes zijn dikwijls tot 1 mM. groot en vertoonen eenen fraaien skeletachtigen bouw, voornamelijk weer veroorzaakt door lijsten van plagioklaas, die in de kristallen binnendringen. Ook werd een idiomorph ertskristal waargenomen, omsloten door een groot veldspaatkristal, terwijl in het midden van het erts een kristal van veldspaat was ingesloten, dat gelijk met het omgevende kristal was georiënteerd.

Apatiet is blijkbaar het oudste kristallisatieproduct; in langgerekte zuiltjes met negatieve ellipsligging en hexagonale basissneden wordt hij door alle overige elementen van het gesteenten omsloten.

De gesteenten 821, [een blok op de oosthelling van den G. Javanoea en 833, een los stuk bij het kopje Iliedaai, komen ongeveer met het hier beschrevene (778) overeen. Titaniet werd in enkele gesteenten aangetroffen, en is ten deele gevormd ten koste van het erts (ilmeniet).

N⁰ 659. Vindplaats: Zuidhelling van den heuvel Javanoea, boven de serpentijngroeve.

Dit is een middel- tot fijnkorrelig, veldspaatrijk gesteente, wat zijn structuur betreft gelijkend op een grofkorreligen, leukokraten diabaas. Mikroskopisch blijken de donkere mineralen sterk verweerd, augiet is slechts in enkele kristalletjes aanwezig, terwijl biotiet, chloriet en kanariegele epidoot aanwezig zijn in de ruimten, die tusschen de lijstvormige veldspaatdoorsneden zijn overgebleven. De veldspaten zijn in

veel grooter hoeveelheden aanwezig dan de donkere mineralen, waardoor geen diabaasachtige structuur is kunnen ontstaan, bovendien zijn de enkele augieten en de ertskristalletjes veel kleiner dan in het vorige gesteente en hebben zich dus nog min of meer idiomorph kunnen ontwikkelen. De veldspaten zijn soms zonair gebouwd en hebben weer hoofdzakelijk samenstellingen wisselend tusschen die van andesien en labradoor. Zoo zagen wij in een doorsnede loodrecht op de $\mathfrak{a}$-as een uitdooving van 19°, in sneden van de symmetrische zone van de twee polysynthetisch vertweelingde individuen van een Karlsbader tweeling, uitdoovingen van 20° en 5°. De veldspaten zijn weer sterk getroebeld; onder de kleurlooze secundaire, zich in holten bevindende, mineralen dient calciet te worden vermeld; de overige, die in het vorige gesteente zoo talrijk voorkomen, ontbreken hier zoo goed als geheel. In de veldspaten ziet men een begin van verweering, waarbij fijne blaadjes van een sericietachtig mineraal zijn gevormd. Verder zijn zij soms door een smalle heldere, waarschijnlijk neogene, randzone omgeven.

Een roodachtig verweeringsproduct is uit het erts (ilmeniet), dat bovendien soms leukoxeenvorming vertoont, ontstaan.

---

17. **Granodiorieten.**

N° 829 en 828. Vindplaats: Los stuk bij het bergje Iliedaai, ten Westen van Tomra.

Dit middelkorrelige gesteente heeft in het handstuk een frisscher uiterlijk dan de vorige, met scherpe kleurcontrasten tusschen kleurlooze en donkere mineralen.

Mikroskopisch blijken de donkere mineralen te zijn: amphibool en in geringe hoeveelheid biotiet. Naast den zonairen veldspaat komt vrij veel kwarts voor.

Basische kern en zuurdere randzone zijn in de veldspaten dikwijls scherp gescheiden, of door een zeer smalle overgangszone verbonden. Daarbij is dan de breede, doorgaans goed kristallographisch begrensde kern zoo goed als niet, de randzone meestal wel zonair gebouwd. De kernen behooren dikwijls tot zeer basische plagioklazen (bytowniet) soms zelfs tot basischen bytowniet (bij de grens van anortiet), zooals

uitdoovingen in sneden der symmetrische zone bewijzen. Echter werden ook mengsels van de samenstelling van andesien als kern aangetroffen, b.v. in een snede loodrecht op de stompe, negatieve bisectrix (a), die ten opzichte der tweelingslamelleering een uitdooving van 22° vertoonde. Drukwerkingen verraden zich door de soms verbogen tweelingslamellen. De zonaire randzone begint bij veel zuurdere plagioklazen dan dien der kern; de tweelingslamellen van de kern loopen soms tot in de uiterste randzone door, en bestaan dan uit zuurderen plagioklaas, soms houden zij op in de randzone, die dikwijls de eigenschappen van zuiveren kaliveldspaat vertoont. Daar dikwijls de basische kernen niet parallel zijn georiënteerd met de plagioklazen der randzone, waarbij de tweelingslamellen van beide niet in elkaars verlengde liggen, bepaalt de pool van den kernveldspaat niet de pool van dien der randzone in de projectie van Michel Lévy, waardoor talrijke verificaties ontbreken. Afwisselende basische en zuurdere zones, zooals in gesteenten van Moa verbreid zijn, komen in het hier beschrevene niet voor. Door het omsluiten van talrijke, donkere stofachtige insluitsels hebben de basische kernen meestal een troebel uiterlijk. De kwarts is het laatst gekristalliseerd en allotriomorph, waarbij de verschillende kristalletjes zich tot aggregaten vereenigen en bochtig ten opzichte van elkander zijn begrensd.

De amphibool is het voornaamste donkere bestanddeel, en omvat zoowel de groene, straalsteenachtige amphibolen der normale granieten en syenieten, als de bruine, die meestal in gabbro's voorkomen; bij uitzondering is de straalsteenachtige amphibool mikroskopisch kleurloos. Zij vormen min of meer idiomorph begrensde zuilen zonder eindbegrenzing. Daar deze amphibolen soms in hetzelfde kristal zijn vereenigd, waarbij de groene amphibool een, tegen de bruine kern soms scherp begrensde, schaal vormt, blijkt ook hieruit weer de intermediaire plaats, die dit gesteente tusschen de alkaliveldspaaten de plagioklaasgesteenten inneemt. In sneden, die de c en a-as bevatten, blijken beide amphibolen gelijktijdig uit te dooven onder een hoek van ± 18° met de splijtrichting, terwijl beide sterk pleochroïtisch zijn: de kern van vaalbruin tot licht bruinachtig geel, de randzone van blauwgroen tot iets lichter bruinachtig geel (beide met $\mathfrak{c} > \mathfrak{a}$).

De absorptie volgens de 𝔟-as is waarneembaar in sneden loodrecht op de negatieve bisectrix van een grooten assenhoek en vertoont vale, geelachtig groene kleuren voor den kernamphibool en ook voor dien der randzone niet blauwgroene, maar geelgroene kleuren. De kleuren wisselen sterk in verschillende kristallen tusschen bruin, blauwgroen en geel voor de beide amphibolen en de uiterste absorptiekleuren zijn dus lastig te preciseeren. Beide amphibolen komen ook in afzonderlijke kristallen voor. De blauwgroene amphibolen zijn wel in hoofdzaak tot de randzone der samengestelde kristallen beperkt, maar zijn niet altijd scherp van den kernamphibool gescheiden. Tweelingen, dikwijls met polysynthetische lamellen, zijn zeer verbreid.

De bruingele biotiet is slechts in geringe hoeveelheid aanwezig en hoofdzakelijk om en bij de ertskristallen afgezet, waar hij met chloriet en ook met amphibool vergroeid voorkomt. Een enkel, sterk licht- en dubbelbrekend kristalletje wijst op zirkoon.

18. **Andesieten.**

Onder dezen naam zijn alle gesteenten met de samenstelling en structuur der andesieten vereenigd, zonder te letten op den geologischen ouderdom. De meeste hebben porphyrietischen habitus.

AUGIETANDESIETEN.

N⁰ 972. Vindplaats: Nek tusschen de heuvels Javanoea en Manoepoera.

In het handstuk ziet men talrijke kleine, slechts enkele mM. lange, phenokristen van witten plagioklaas en zwarten augiet in een bruinroode grondmassa, die door de groote hoeveelheid kleine phenokristen niet duidelijk afsteekt. Mikroskopisch blijken de plagioklaasphenokristen meestal zonair gebouwd met basische kernen (uitdoovingen tot 40°) en een smalle, zuurdere randzone. De augietphenokristen vertoonen niets bijzonders. Phenokristen van magnetiet zijn dikwijls door een roodachtigen verweeringzoom omgeven. De grondmassa bestaat uit plagioklaaslijstjes, augiet in korrels en kleine prisma's, en

zeer veel kleine, idiomorphe ertskristalletjes. Glas is zoo goed als niet aanwezig; een roodachtig verweeringsproduct van het erts en ook wat roodbruine biotiet komen in geringe hoeveelheid voor. De plagioklaas der grondmassa vertoont in hoofdzaak zeer geringe uitdoovingshoeken, oligoklaas en andesien zijn hier blijkbaar rijkelijk vertegenwoordigd. In enkele lijstjes werden echter uitdoovingen van 30° en zelfs bij uitzondering van 45° waargenomen.

N⁰ 556. Vindplaats: Los stuk op de helling van den G. Emderi.

In een donkergrijze, bijna zwarte, dichte grondmassa zijn makroskopisch onduidelijk kleine phenokristen van veldspaat en kleine groene plekjes van ten deele verweerde, donkere mineralen te onderscheiden. Verder komen enkele groote en meerdere kleine holten voor, die bijna geheel zijn opgevuld met calciet. Onder het mikroskoop blijken vele der, soms zwak zonaire, veldspaatphenokristen te behooren tot andesien en labradoor, de lijstjes der grondmassa en ook de kleinere phenokristen vertoonen meestal zeer geringe uitdoovingen en behooren tot zuurdere mengsels. De augiet vormt kleine phenokristen, die soms zijn vertweelingd (soms met zandlooperstructuur) en dikwijls zonaire uitdoovingsverschillen vertoonen.

De bruine grondmassa is glasrijk en bevat veel erts in korreltjes en lange strepen, verder augietmikrolieten, plagioklaaslijstjes en wat secundaire mineralen, voornamelijk chloriet, serpentijn en ijzerhydroxyden, waarvan het eerste ook dikwijls kleine holten opvult. Behalve phenokristen van augiet en plagioklaas, ziet men zeer enkele met de kristalbegrenzing van olivijn (spitse pyramide), die geheel zijn geserpentiniseerd. Vele der augieten vertoonen een beginnende chloritisatie, terwijl ook de grootere veldspaten ten deele in chloriet zijn veranderd, waarbij dan een smalle randzone meestal vrij is gebleven en de kernen grootendeels met secundaire mineralen zijn gevuld. Ook worden dikwijls ten deele verweerde ertskristalletjes door de veldspaten omsloten en het is daarom waarschijnlijk, dat de chloriet ook is ontstaan uit oorspronkelijke glasinsluitsels of insluitsels der donkere mineralen.

Daar de heerschende veldspaat der grondmassa zeer geringe uitdoo-

vingen vertoont, behoort dit gesteente nog tot de augietandesieten, terwijl de groote hoeveelheid augiet en de enkele op olivijn wijzende pseudomorphosen het doet naderen tot de bazaltgroep, speciaal tot de melaphyramandelsteenen.

AUGIETBIOTIETANDESIETEN.

N° 832a. Vindplaats: Los stuk bij het bergje Iliedaai, ten Westen van Tomra.

Dit gesteente onderscheidt zich makroskopisch van het vorige door zijn lichter roode kleur en de nog grootere hoeveelheid der, hier zeer kleine, phenokristen, zoodat de grondmassa niet opvalt tusschen het fijnkorrelige mineraalmengsel.

Mikroskopisch onderscheidt het zich bovendien door de groote hoeveelheid, zeer duidelijk geresorbeerde, biotietphenokristen. De plagioklazen zijn weer sterk zonair met breede basische kern en een smallere randzone van zuren plagioklaas. Verschillende kernveldspaten werden als bytowniet bepaald. Er bestaan allerlei overgangen tusschen de kleinere phenokristen en de lijstjes der grondmassa, die overigens slechts in geringe hoeveelheid aanwezig zijn; ook bij zeer kleine kristalletjes is nog duidelijk zonaire bouw waarneembaar.

Ook de augiet is zwak zonair gebouwd, waarbij de kern een geringe uitdooving bezit, bruinachtig geel is getint en soms is vertweelingd. Resorptieverschijnselen zijn slechts zwak ontwikkeld, de kristallen zijn dan door een geelbruinen zoom omgeven. Zij zijn daarentegen zeer sterk bij de phenokristen van biotiet. Soms is nog iets van den bruinrooden biotiet gespaard, maar meestal is het geheele kristal overgegaan in een aggregaat van magnetietkorrels, waartusschen augietmikrolieten voorkomen. Magnetiet komt ook in grootere kristalletjes voor; van een eigenlijke grondmassa is slechts weinig aanwezig; zij is glasrijk en bevat kleine kristalletjes van de genoemde mineralen, behalve van biotiet.

N° 820. Vindplaats: Los blok in den nek tusschen den Javanoea en den Manoepoera.

Het is een duidelijk porphyrisch, poreus en roodachtig gesteente, met veel phenokristen.

Mikroskopisch kan men, in een lichtbruine glasrijke grondmassa met veel ertskristalletjes, enkele lijstjes van veldspaat en mikrolieten van augiet, als phenokristen onderscheiden kristallen van zonairen plagioklaas, die soms polysynthetisch zijn vertweelingd, van augiet, van soms bruinrood verweerden magnetiet en van sterk geresorbeerden biotiet. De veldspaten zijn weer meestal zonair gebouwd met anortietrijke kernen (verscheidene werden als bytowniet bepaald); de randzone gaat in zuren plagioklaas (oligoklaas) over. In de biotietkristallen is meer dan in het vorige gesteente nog een bruinroode kern gespaard gebleven.

ANDESIETTUF (PORPHYRIETTUF).

N⁰ 635. Vindplaats: Los stuk op den G. Javanoea.

Deze andesiettuf, die steelleden van crinoïden bevat, vertoont enkele tot een centimeter groote en veel kleinere fragmenten van groene, grijszwarte of bruine kleur, die het grootste deel van het gesteente uitmaken.

Mikroskopisch zijn onder de grootere fragmenten verschillende, meestal vrij sterk verweerde, andesietische gesteenten te herkennen, waarin de veldspaatlijstjes en talrijke leukoxeenachtige ertskorreltjes nog duidelijk gespaard zijn, terwijl de donkere mineralen zoo goed als geheel zijn verdwenen, waarvoor als voornaamste secundaire product chloriet in de plaats treedt. Sommige fragmenten bevatten duidelijken porphyrischen biotiet.

Het bindmiddel bestaat in hoofdzaak uit calciet, dat de groote en kleine andesietfragmenten omgeeft. De laatste zijn dikwijls zeer klein en gemengd met even groote, min of meer ronde, holteopvullingen, die dikwijls zonair zijn gebouwd, met een bruine ijzerhydroxydrijke randzone, en binnenste kern, terwijl een tusschenliggende zone uit chloriet bestaat. In andere gevallen bestaat de geheele randzone uit chloriet.

TOMRAÏET.

N⁰ 834. Vindplaats: Los stuk bij het bergje Iliedaai, ten Westen van Tomra.

In een fijnkristallijne tot dichte grondmassa van donkergrijze kleur met rossige tint ziet men weinig kleine phenokristen van veldspaat

en enkele fijne zwarte naaldjes afsteken. Mikroskopisch blijken deze laatste te bestaan uit amphibool (Plaat XIV, fig. 1 en 2).

De veldspaatphenokristen zijn soms zwak zonair gebouwd en zijn polysynthetisch vertweelingd volgens de albietwet, soms ook volgens de periklienwet. In sneden loodrecht op de negatieve bisectrix werden uitdoovingen van ongeveer 10° ten opzichte van de scherpe grens der lamellen, in sneden loodrecht op de positieve bisectrix uitdoovingen van ongeveer 15° ten opzichte der duidelijke splijtstrepen waargenomen. Deze uitdoovingen wijzen in verband met de de brekingsindices (hooger en lager dan aethyleenbromide), op een plagioklaas met de samenstelling van een albietrijken oligoklaas-albiet.

De grondmassa is zeer ertsrijk en bevat naast verschillende veldspaten ook veel amphibool en biotiet, veel kwarts en in geringe hoeveelheid een isotroop glas. De veldspaten der grondmassa zijn, voor zoover ze polysynthetisch zijn vertweelingd, ongeveer dezelfde als die der phenokristen en vertoonen soms zwak zonairen bouw; er zijn echter ook talrijke, enkelvoudige veldspaten met geringe uitdoovingshoeken, die in verband met het $K_2 0$ gehalte der analyse wel ten deele uit zuiveren kaliveldspaat bestaan. Verder komen ook heldere gedeelten voor, waarvan de brekingsindex als hooger dan die van de aangrenzende, polysynthetisch vertweelingde veldspaten werd bepaald en die uit éénassig positieven kwarts bestaan.

Ook vertakt deze kwarts zich tusschen, of omgeeft de veldspaatkristalletjes in een smallen zoom, die steeds hooger lichtbrekend dan de veldspaten blijkt te zijn. Een isotrope massa, die geen assenbeeld vertoont in convergent licht, is in geringe hoeveelheid aanwezig en bestaat uit glas, waarin bij sterke vergrooting nog zwak dubbelbrekende veldspaatmikrolieten zijn te ontdekken.

De amphibool is aanwezig als enkele, niet geresorbeerde, kleine phenokristen, (Plaat XV, fig. 6), maar voornamelijk en met dezelfde eigenschappen in de grondmassa. In sneden loodrecht op de spitse negatieve bisectrix, is het optisch assenvlak in de zuilrichting zichtbaar. Het pleochroïsme is sterk, volgens het volgende schema:

$\mathfrak{c}$	$\geqq \mathfrak{b}$	$> \mathfrak{a}$
bruin met geelachtige tint	groen met geelachtige tint.	lichtgeel tot bijna kleurloos.

Groeivormen zijn talrijk. Naast den amphibool komt ook biotiet voor; dit mineraal vormt weer enkele, niet geresorbeerde, kleine phenokristen met een zeer sterk pleochroïsme:

c	≧ b	> a
bruin	groen met zwak geelachtige tint	kleurloos tot lichtgeel.

De kleurcontrasten zijn scherper dan bij de amphibolen, overigens wordt de onderscheiding dezer twee mineralen in de grondmassa, vooral door de geringe uitdoovingshoeken van den amphibool, verzwaard.

Het in groote hoeveelheid aanwezige erts vormt idiomorphe kristalletjes en strepen, om en door de overige elementen van het gesteente. Het is ten deele in roode, min of meer doorschijnende substantie overgegaan. Ook komen enkele kleine phenokristen voor.

Het merkwaardige van dit gesteente bestaat in de groote hoeveelheid amphibool (en biotiet) in de grondmassa, het hooge ertsgehalte, het niet geresorbeerde karakter der enkele grootere amphibolen en biotieten, verder de totale afwezigheid van pyroxeen en de aanwezigheid van kwarts in de ruimten tusschen de overige elementen van het gesteente.

De chemische samenstelling van het gesteente blijkt uit onderstaande analyse (I), welke ter vergelijking met die van andere gesteenten in een tabel is samengesteld:

	I	II	III	IV
$Si\,O_2$	71.36	72.74	64.06	75.78
$Al_2\,O_3$	12.39	12.70	15.25	12.16
$F_2\,O_3$	7.94	1.91	2.72	1.77
Fe 0	1.16	—	4.30	0.51
Mn 0	0.43	—	—	—
Ca 0	1.99	1.59	3.93	0.79
Mg 0	0.18	0.15	1.30	0.25
$K_2\,0$	2.72	4.10	2.78	6.28
$Na_2\,0$	1.01	3.60	4.37	1.16
$H_2\,0$ [1])	1.14	2.92	1.70	1.39
Totaal	100.32	99.71	100.59	100.09

1) Gloeiverlies, bijna alleen boven 110°.

I. Tomraïet, Letti. Los stuk bij het bergje Iliedaai, ten Westen van Tomra. Anal. G. W. MALLÉE.

II. Plagioliparieт (perlietisch), kaap Marsa bij Ménerville, Algiers. cf. H. Rosenbusch. Elemente. 1910 p. 366.

III. Amphibooldaciet, Kokoperato, Eil. Aegina, Griekenland. Ib. p. 366 (met 0.18°/₀ Ti 0_2).

IV. Kwartsporphyr, mikrofelsietisch, Leichtersberg, Odenwald. Ib. p. 316.

Ook chemisch blijkt het eigenaardige karakter van dit gesteente, het $Si0_2$ gehalte is hooger, het Al_20_3 gehalte lager en vooral het Fe_20_3 gehalte veel hooger dan dat der meeste dacieten en porphyrieten. Dit laatste staat in verband met den ertsrijkdom van het gesteente, terwijl het hooge $Si\,0_2$ gehalte en het heerschen van K_20 onder de alkaliën verwantschap aanduiden met de samenstelling der kwartsporphyren en liparieten.

De chemische verwantschap met de plagioliparieten (Duparc en Pearce) is vrij groot, doch deze zijn veel armer aan ijzeroxyden en rijker aan alkaliën.

---

19. Olivijnvrije bazalt.

N⁰ 838. Vindplaats: Rolblok bij het bergje Iliedaai ten Westen van Tomra.

Makroskopisch is het gesteente grijszwart gekleurd en er zijn talrijke kleine holten zichtbaar, waarin de afzetting van lichtbruine hyaliene substantie langs de wanden heeft plaats gehad. Tegen de dichte grondmassa steken glinsterende plekjes af, die gevormd worden door kleine phenokristen van glasachtigen plagioklaas.

Onder het mikroskoop ziet men veel groote en kleine phenokristen van helderen plagioklaas en weinige, meestal kleine, van augiet, afsteken tegen een bruinzwarte glasmassa, waarin zich alleen plagioklaasmikrolieten en enkele skeletachtige augietmikrolieten hebben kunnen ontwikkelen.

De phenokristen van plagioklaas zijn meestal zwak, soms in het geheel niet, zonair gebouwd; verscheidene veldspaten der breede

kernen werden bepaald als bytowniet. Kleinere veldspaatphenokristen hoopen zich soms op, alleen of te zamen met zulke van den dikwijls polysynthetisch vertweelingden augiet, waarbij plagioklaaslijstjes de augietkristalletjes verknippen en dus een begin van ophitische structuur ontstaat. Dikwijls zijn ook kleinere phenokristen van plagioklaas door grootere geheel of ten deele omsloten. Bijna alle grootere plagioklazen omsluiten in mindere of meerdere mate gedeelten der grondmassa (Pl. XV, fig. 7). Deze laatste omgeven in een breederen of smalleren zoom de kleinere plagioklazen, die door de grootere worden omsloten, maar liggen voornamelijk verspreid in de grootere en kleinere veldspaten beide. Zij zijn onregelmatig begrensd, maar in de richting der polysynthetische tweelingslamellen verlengd. Soms is het isotrope bruinzwarte of bruine grondmassafragment door een langzamerhand sterker dubbelbrekend wordenden zoom van den omsluitenden plagioklaas gescheiden. Bovendien kan men soms waarnemen, dat een reeds aan één zijde kristallographisch begrensd plagioklaaskristal naar de andere zijde zwakker dubbelbrekend wordt en zoo geleidelijk in de grondmassa overgaat en als het ware uit de grondmassa is gegroeid op dezelfde wijze als de kleine mikrolieten. Fragmenten der grondmassa treft men ook in sommige augietkristallen, voornamelijk in de centrale deelen, ingesloten aan. In verband met het voorgaande blijkt, dat de plagioklaasphenokristen ten deele zeer laat uit het magma zijn gekristalliseerd, terwijl het magma zelf reeds geheel was gestold, vóórdat sommige phenokristen zich tot volledige kristallen hadden kunnen ontwikkelen. De veldspaatmikrolieten der grondmassa hebben dikwijls geringe uitdoovingshoeken en behooren blijkbaar tot zuurdere mengels.

Het SiO_2 gehalte van het gesteente bedraagt 49,60 %.

---

20. **Diabaasachtige augietiet.**

N° 803. Vindplaats: Los stuk bij het bergje Iliedaai ten Westen van Tomra.

Makroskopisch heeft het gesteente een groenachtig grauwe kleur en den habitus der diabazen met kleine, grootendeels niet opgevulde,

holten. Mikroskopisch ziet men kristallen van titaanaugiet in een sterk verweerde massa met veel calciet, chloriet en serpentijn, aktinolietischen of blauwachtigen amphibool, epidoot, zeer veel leukoxeenachtige substantie, en ook kleine lijstjes van neogenen, polysynthetisch vertweelingden veldspaat (waarschijnlijk bestaande uit albiet). Soms heeft een complex van deze secundaire mineralen nog den vorm van een oorspronkelijke langgerekte doorsnede van plagioklaas.

Tegen deze kristallijne grondmassa, waarin alleen de Ti-augiet gespaard bleef, steken enkele grootere, sterk zonaire augietphenokristen met titaanrijke randzone en enkele, grootendeels uit calciet bestaande, opvullingen af. Naast calciet komen de secundaire mineralen der grondmassa ook in deze opgevulde holten voor.

Verder zijn er zeer vele kleinere holtevullingen in de eigenlijke grondmassa, waarin soms calciet alleen, soms andere secundaire mineralen voorkomen.

De augieten der grondmassa vertoonen doorkruisingstweelingen, normale tweelingen volgens (100) en dikwijls zandlooperstructuur, zooals meestal bij de titaanrijke augieten voorkomt. Verder zijn zij in de zuilrichting doorgaans idiomorph; niettegenstaande de ver voortgeschreden verweering der overige elementen blijkt dus duidelijk, dat het gesteente oorspronkelijk niet de structuur der diabazen bezat. Het volkomen onverweerd zijn der titaanaugieten is een opvallend verschijnsel.

Zonaire bouw met lichtviolet gekleurde kernen is reeds bij de augieten der grondmassa ontwikkeld, doch daar minder sterk dan bij de enkele phenokristen, waarbij een smalle, violette randzone door een smalle overgangszone vrij scherp is gescheiden van de zeer licht violette kern. In verband hiermede zijn de augieten der grondmassa titaanrijker dan die der kleine phenokristen. De uitdooving der randzone is kleiner dan die der kernen, de uitdoovingsverschillen zijn aanzienlijk. Het oorspronkelijke erts van het gesteente is zoo goed als geheel veranderd in leukoxeen in lange strepen en korrels. De zeer kleine afmetingen der korrels maken het moeielijk in het gesteente verspreid liggende titanietkorrels van den epidoot te onderscheiden.

Uit het idiomorphie karakter der frissche titaanaugieten in de grond-

massa en de groote hoeveelheid serpentijn, chloriet enz. onder de secundaire mineralen, blijkt de oorspronkelijke sterke basiciteit van het gesteente, waarvan ook het structuuronderscheid met de eigenlijke diabazen een gevolg is. Het gesteente is dus geen echte diabaas of diabaasporphyriet, waarvan het zich ook onderscheidt door het hooge gehalte aan titaanhoudenden pyroxeen. Het nadert tot de samenstelling der limburgietische of augietietische gesteenten, waarvan het zich echter weer door zijn herkenbaar plagioklaasgehalte en zijn uiterlijken habitus onderscheidt.

21. Serpentijnen en Serpentijnbreccies.

SERPENTIJNBRECCIE.

N⁰ 796. Vindplaats: vast gesteente op de zuidhelling van den G. Javanoea.

Het handstuk vertoont donkergroene, min of meer hoekig begrensde, serpentijnstukjes (meestal kleiner dan 1 cm.), die verspreid liggen in een groenachtig witte massa, die mikroskopisch eveneens talrijke stukjes serpentijn in een calcietmassa blijkt te bevatten.

Mikroskopisch is de serpentijn ten deele groenachtig geel, ten deele kleurloos; hij bestaat uit zeer zwak dubbelbrekende vezels, terwijl dikwijls calcietaders onregelmatig de fragmenten doorsnijden.

SERPENTIJN.

N⁰ 953. Vindplaats: op de oosthelling van den G. Javanoea.

Het gesteente vertoont makroskopisch onregelmatig wisselende lichter groene en donkergroene tot zwarte kleuren.

Onder het mikroskoop ziet men in een lichtgeelgroene serpentijnmassa slechts resten van monoklienen, zoo goed als kleurloozen, pyroxeen gespaard. In hoofdzaak vertoont het gesteente een min of meer duidelijke maasstructuur tusschen gekruiste nicols, waarbij sterker dubbelbrekende serpentijn het netweefsel vormt, terwijl zoo goed als niet dubbelbrekende serpentijn de mazen opvult. Echter

komen ook parallelvezelige gedeelten in den serpentijn voor, die afkomstig kunnen zijn van oorspronkelijken rhombischen pyroxeen, zoodat deze gesteenten vóór hunne serpentinisatie waarschijnlijk groote overeenkomst zullen hebben vertoond met de frissche lherzolieten van het eiland Moa (Boekit Kerbau).

Secundaire calciet is in geringe hoeveelheid aanwezig.

Erts komt niet in afzonderlijke kristallen voor, maar wel dooradert een zwarte substantie kleine donkergroene tot bruine gedeelten in den serpentijn, welke gedeelten zij soms bijna geheel opvult.

VERKLARING DER PLATEN.

Pl. XI.

Fig. 1. Gedrietschist met granaat en muscoviet. Coll. N⁰. 814. Rolsteen uit den benedenloop van de rivier Batoe Pajong ten Westen van Sĕrwaroe, Letti. Vergr. × 40.

Fig. 2. Idem, tusschen gekruiste nicols.

Pl. XII.

Fig. 1. Granaat-glimmerschist. Coll. N⁰. 605. Rolsteen in het dal van de Batoe Pajong, Letti. Vergr. × 40.

Fig. 2. Idem, tusschen gekruiste nicols.

Pl. XIII.

Fig. 1. Augiet-biotiet-dioriet. Plagioklaaskristal, ten deele overgegaan in een vrij sterk licht- en dubbelbrekend mineraal met de eigenschappen van prehniet. Coll. N⁰. 833. Los stuk uit het blokveld bij de rots Iliedaai ten Westen van Tomra, Letti. Vergr. × 40.

Fig. 2. Idem, tusschen gekruiste nicols.

Pl. XIV.

Fig. 1. Tomraiet. Rechts beneden een porphyrisch, niet geresorbeerd kristal van amphibool. Coll. N⁰. 834. Los stuk uit het blokveld bij de rots Iliedaai, Letti. Vergr. × 40.

Fig. 2. Idem, tusschen gekruiste nicols.

Pl. XV.

Fig. 1 en Fig. 2. Verweerde augietkristallen, waaromheen zich blauwe (b) en actinolitische amphibool (a) hebben afgezet. In geamphibolitiseerden diabaas N⁰. 615. Vergr. × 200.

Fig. 3. Amphibolitisatie van een actinolietschist N⁰. 973, waarbij talrijke resten der oorspronkelijke mineralen zijn bewaard gebleven. Vergr. × 30.

Fig. 4 en Fig. 5. Vergroeiing van magnetiet (zwart) en pleonast (blauwgroen) in actinolietschist N⁰. 973. Vergr. × 90.

Fig. 6. Porphyrisch, niet geresorbeerd kristal van amphibool in Tonraiet N⁰. 834. Vergr. × 90.

Fig. 7. Porphyrisch kristal van plagioklaas, talrijke fragmenten der glasrijke grondmassa omsluitend. In olivijnvrijen bazalt N⁰. 838. Vergr. × 30.

Pl. XVI.

Fig. 1. Granaatkristal met helderen zoom, bruingelen rand en insluitsels. In granaat-glimmerschist N⁰. 605. Vergr. × 90.

Fig. 2. Kristallijne kalksteen N⁰. 528 met kwarts (k), muscoviet (m), zoïsiet (z), calciet (c) en erts (zwart). Vergr. × 90.

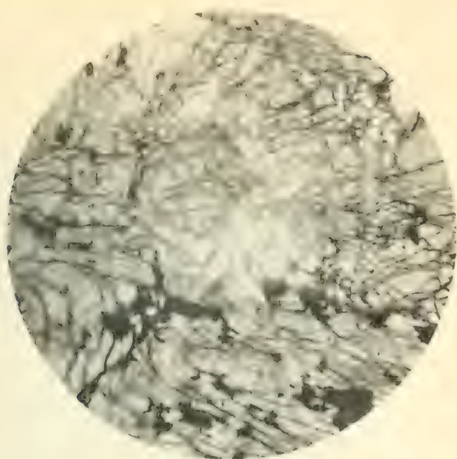


Fig. 1.

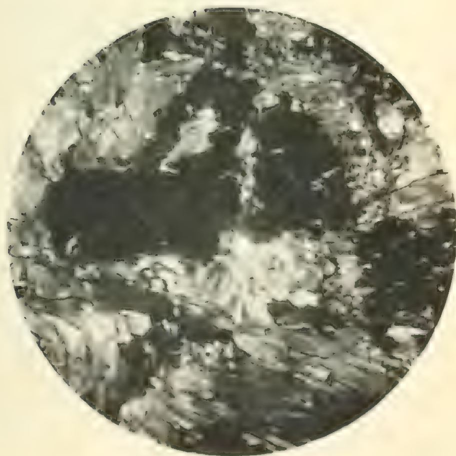


Fig. 2.

BROUWER, Gesteenten van Letti.



Fig. 1.

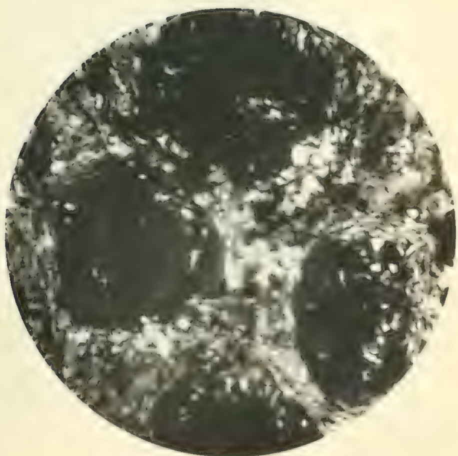


Fig. 2.

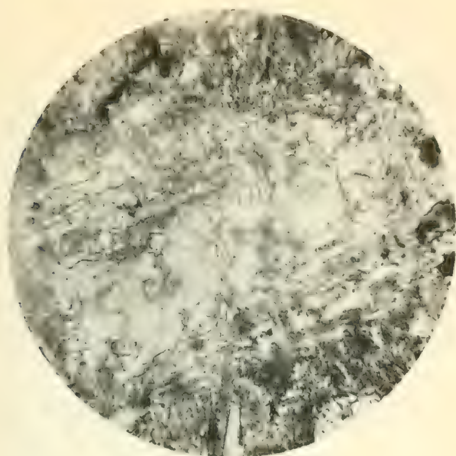


Fig. 1.

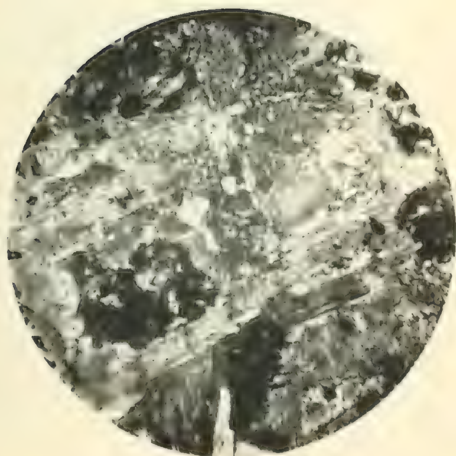


Fig. 2.

BROUWER, Gesteenten van Letti.

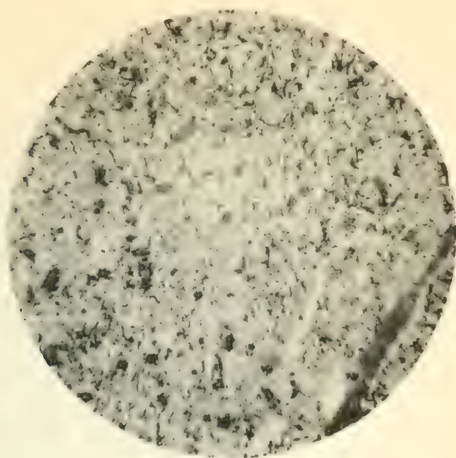


Fig. 1.

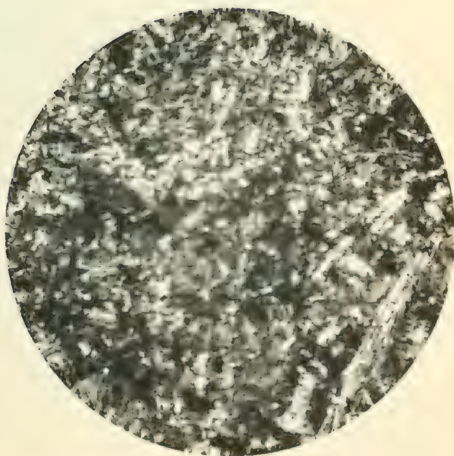
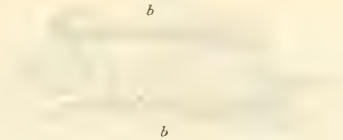


Fig. 2.

Brouwer, Gesteenten van Letti.

Fig. 1.



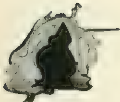


Fig. 4.

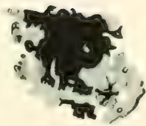


Fig. 5.



Fig. 2.

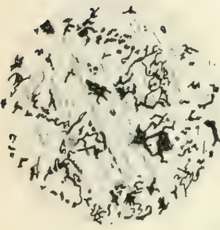


Fig. 6.



Fig. 7.

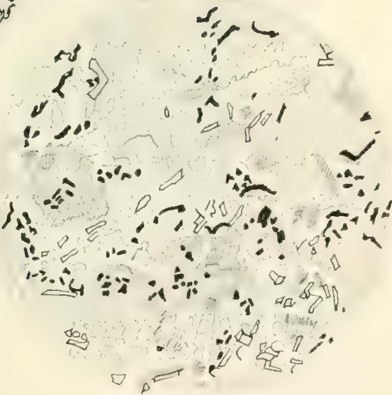


Fig. 3.

Fa. P. W. M. Trap impr

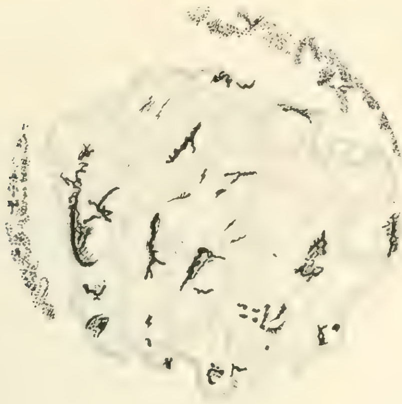


Fig 1.

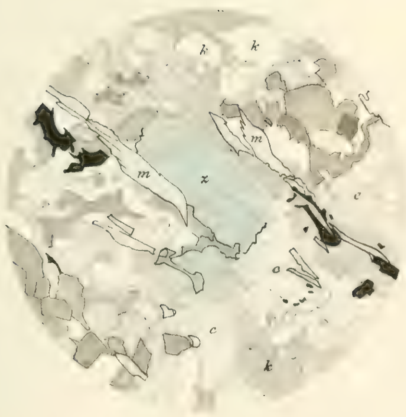


Fig. 2.

Fa. P. W. M. Trap impr.



IN MEMORIAM.

C. A. HANIEL.

GESNEUVELD 28 DECEMBER 1914.

AMMONITEN AUS DEM PERM DER INSEL LETTI

VON

C. A. HANIEL †.

III. AMMONITEN AUS DEM PERM DER INSEL LETTI.

Mit 1 Tafel und 1 Figur im Text.

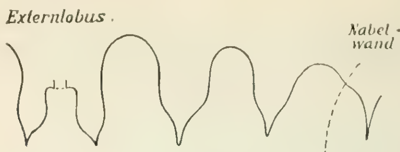
Paralegoceras sundaicum n. sp. Taf. XVII und Textfigur auf nächste Seite.

Das discoidale Gehäuse, das als Steinkern vorliegt, besteht aus halbelliptischen Umgängen, die die grösste Breite an den nur wenig gerundeten Nabelkanten erreichen. Die Breite der Umgänge ist circa um $\frac{1}{4}$ grösser als die Höhe. Etwa $\frac{2}{3}$ der Höhe eines Umganges wird vom nächstfolgenden umfasst; das unterste Drittel ist frei im Nabel sichtbar, sodass letzterer weit und, da die senkrecht abfallenden Nabelwände ziemlich hoch sind, auch tief ist.

Wülste, wie sie bei dieser Art sonst gelegentlich vorkommen, sind an den von Letti vorliegenden Stücken nicht zu beobachten, auch nicht auf dem kurzen Wohnkammerstück, das an dem hier abgebildeten Exemplar vorhanden ist.

Die Lobenlinie setzt sich zusammen aus einem breiten, mit Medianhöcker versehenen Externlobus, zwei Lateralloben und einem Lobus auf der Nabelwand. Der Medianhöcker ist halb so hoch wie der Aussensattel; auf seinem Rücken sind die nach vorne gerichteten Siphonaldütenwände sichtbar. Die Externlobenteile sind halb so breit wie der erste Laterallobus und stehen auch hinter dem Medianhöcker an Weite etwas zurück. Die breiten Lateralloben laufen nach unten in eine Spitze mit einwärts geschwungenen Seiten aus, während die Lateralsättel oben gerundet sind. Von letzteren hebt sich der zweite durch besondere Breite hervor; er läuft in leicht geknicktem Bogen über die Nabelkante zum schmalen, einspitzigen Wandlobus hin. Sättel und Loben nehmen gegen den Nabel zu an Grösse ab.

Zahl der vorliegenden Exemplare: 2, davon ist eines viel kleiner als das auf Taf. XVII abgebildete Stück und stellt ein jugendlicheres Stadium dieser Art dar.



Dimensionen des in Fig. 1 abgebildeten Exemplars:

Durchmesser	Breite des letzten Umganges	Höhe des letzen Umganges	Nabelweite
148 mm	66 mm	49 mm	66 mm

Vorkommen: In Grauwackeschiefer am Südabhang des kleinen Woearlawan [1]) oder Woearlawan II, Insel Letti.

Bemerkung: Die beschriebene Art ist im Perm der Insel Timor in zahlreichen Exemplaren weit verbreitet. Da ausserdem die timoresischen Stücke meist durch einen besseren Erhaltungszustand ausgestattet sind, so sei bezüglich weiterer Details auf die demnächst in der „Palaeontologie von Timor (Liefg. III, Abh. VI)" erscheinende Beschreibung verwiesen, wo auch auf einen Vergleich von *Paralegoceras sundaicum* mit den nächstverwandten Formen eingegangen wird.

Agathiceras sundaïcum n. sp.

Ein Abdruck des halben Umganges eines engnabligen Cephalopoden mit spiraler Berippung ist vorhanden, den ich mit Sicherheit als von einem *Agathiceras sundaicum* n. sp. herrührend ansprechen kann. Dieses *Agathiceras* kommt im Perm der Insel Timor am Fundpunkt Bitauni zusammen mit *Paralegoceras sundaicum* am häufigsten vor, besitzt eine recht charakteristische Verzierung der Oberfläche und ist in der Gestalt sehr variabel. Da keine in Gestalt und Oberflächenverzierung ähnliche Form neben ihm auftritt, ist die Möglichkeit gegeben, auch Abdrücke und kleinere Bruchstücke mit Sicherheit zu identifizieren.

[1]) Woear (Lett.) = Berg.

Agathiceras sundaicum n. sp. ist am nächsten verwandt mit *Agathiceras Suessi* Gemmellaro aus dem Sosiokalk Siciliens; aber auch *Agathiceras uralicum* Karpinsky aus der Artinsk-Stufe, sowie *Agathiceras cisconense* Smith aus den Upper Coal Measures von Texas stehen ihm nahe.

Vorkommen: In Grauwackeschiefer am Südabhang des kleinen Wocarlawan, Insel Letti.

Propinacoceras spec. von demselben Fundort.

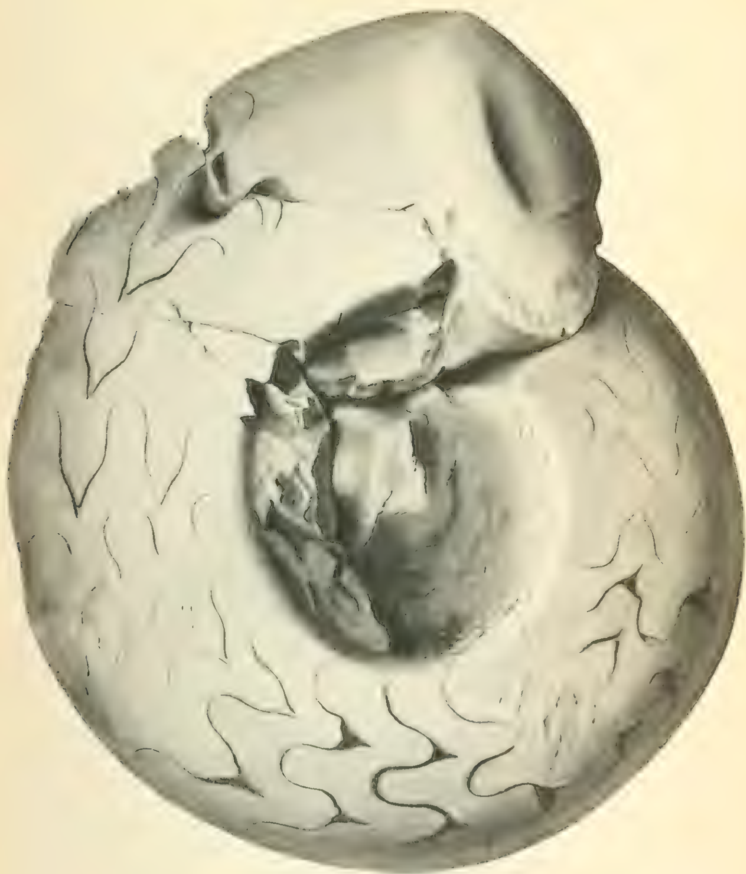
Bruchstück einer sehr flachscheibigen *Medlicottina* (im Sinne KARPINSKY's). Der Siphonallobus ist leider an keiner Stelle ganz zu beobachten, weshalb eine genauere Bestimmung unmöglich ist. Soweit ein Vergleich durchführbar, handelt es sich um ein Bruchstück von *Propinacoceras transitorium mihi*, einer Art, die ebenfalls im Perm von Timor vorkommt und in der Paläontologie von Timor beschrieben wird.

Ausser den angeführten Ammoniten befinden sich in den Gesteinsstücken aus den Permablagerungen Lettis diverse Querschnitte sowie Jugendwindungen von Ammoniten zusammen mit Zweischalern, Brachiopoden, Gastropoden und Crinoideenstielgliedern. Diese Jugendformen der Ammoniten lassen sich aber nicht näher bestimmen, schon deshalb nicht da sie wegen der Härte des umgebenden Gesteins, das ihre eigene weit übertrifft, nicht heraus präpariert und ihre Lobenlinien nicht blossgeleget werden konnten, oder nicht erhalten sind.

Das Alter dieser Lettischen Permablagerungen ist nach den darin enthaltenen Cephalopoden mit dem des timoresischen Perm von Bitauni gleichzustellen. Die genauere Parallelisierung dieser timoresischen Fundstelle mit den permischen Bildungen Europas und Amerikas steht noch aus; es handelt es sich jedoch um unteres Perm.

ERKLÄRUNG ZU TAFEL XVII.

Steinkern von Paralegoceras sundaicum n. sp. in natürlichez Grösse. Aus Grauwackeschiefer am Abhang des kleinen Woearlawan, Insel Letti.



Haniel, Ammoniten von Letti.



IN MEMORIAM.

R. J. SCHUBERT.

GESNEUVELD 3 MEI 1915.

ÜBER FORAMINIFERENGESTEINE DER INSEL LETTI

VON

RICHARD SCHUBERT †, WIEN.

IV. ÜBER FORAMINIFERENGESTEINE DER INSEL LETTI.

Nebst überaus reichhaltigen Aufsammlung foraminiferenhältiger Gesteine von Timor erhielt ich von Herrn Prof. Dr. G. A. F. Molengraaff in Delft auch einige Schliffe und Gesteinsproben von der Insel Letti zur mikrofaunistischen Untersuchung, deren Ergebnisse ich im Nachstehenden mitteile.

Da die geologischen Verhältnisse von Letti in der Arbeit von Prof. Molengraaff erschöpfend mitgeteilt sind, beschränke ich mich diesbezüglich darauf hinzuweisen. Es sei hier nur hervorgehoben, dass, mit Ausnahme des plistozänen Riffkalkes Nr. 757, die Gesteine, aus welchen die hier beschriebenen Foraminiferen stammen, nicht anstehend auf der Insel Letti bekannt sind, aber als Blöcke und Gerölle in einem Block- oder Schuttfelde vorkommen, dessen Entstehen und Herkunft nicht mit Sicherheit bekannt is.

BESPRECHUNG DER GESTEINSPROBEN.

Ser. I Nr. 627. Aus dem Blockfelde am Nordausläufer des G. Javanoea.

Ein Riffkalk mit Lithothamnien und viel Foraminiferen; unter diesen sind besonders die Lepidocyclinen auffällig, die auch auf das altmiozäne Alter des Kalks hinweisen und durchwegs kleine Formen sind. In den Dünnschliffen lassen sich erkennen:

Lepidocyclina formosa Schlumb.
" cf. *ferreroi* Prov.
" sp. ind., ferner.
Heterostegina margaritata Schl.
Gypsina globulus Rss.
Rotalia Schroeteriana P. u. J.

Ausserdem sind manche Partien zwischen den Riffbildungen mit feintonigen Material erfüllt; es ist aber auch ein Brocken eines anscheinend älteren Globigerinenkalkes enthalten.

Ser. I Nr 627a. Aus dem Blockfelde am Nordausläufer des G. Javanoea.

Ein von Foraminiferen dicht erfüllter Kalk, (s. Taf. XIX, fig. 5 und Taf. XX), der ganz überwiegend von Planktonforaminiferen aufgebaut ist, die auf oberkretazisches Alter hinweisen. Die weitaus häufigste Form ist nämlich mit *Globigerina linnaeana d'Orb.* (= *Discorbina canaliculata* Rss.) sehr nahe verwandt und wohl identisch, nur fehlen die an dieser Form sonst meist stark ausgeprägten Hohlkiele mehr oder weniger und ich möchte daher vorläufig die Deutung dieser Fauna als oberkretazisch nur mit Vorbehalt aussprechen.

Ich werde gelegentlich der Beschreibung der Mikrofossilien von Timor, wo typisch oberkretazische Globigerinenkalke reichlich vorhanden sind, ausführlicher auf die Bedeutung der Formengesellschaft *Globigerina linnaeana* und *cretacea* sowie von Pseudotextularien hinweisen. Hier möchte ich nur ganz kurz darauf hinweisen, dass diese Formen wo sie dominieren für die Oberkreideablagerungen der Alpen und Karpathen wie auch Böhmens recht bezeichnend sind.

Die in Nr 627a ersichtliche Probe enthält allerdings fast nur die *Globigerina linnaeana* (deren Deutung als *Discorbina* infolge ihrer glatten Schale verständlich wird) und auf andere Globigerinen zu beziehende Formen sind nur sehr spärlich vorhanden, ebenso wie Rotalideen, Textularien und andere Foraminiferen. Doch scheint dies meines Erachtens nicht schwer verständlich, wenn man bedenkt, dass in diesem Gestein kein Tiefenabsatz vorliegt. Ich habe gelegentlich meiner Bearbeitung der „fossilen Foraminiferen des Bismarckarchipels" (Abh. kk. geol. Rs. 1911 Bd XX Heft 4 pag. 39) darauf hin-

gewiesen, dass Globigerinengesteine, in denen nur gleich grosse (und meist grosse) Gehäuse massenhaft angehäuft sind nicht als Absätze tieferer Meeresteile angesehen werden dürfen, sondern als in ruhigen Buchten, Atolls etc. zusammengeschwemmte Planktonmassen. Und ein solch abnormes Globigerinengestein allerdings zum überwiegend grössten Teile aus vorwiegend oberkretazischen Formen aufgebaut, stellt auch die in Rede stehende Probe vor. Es handelt sich hier übrigens nicht um ein Sediment auf primärer Lagerstätte, weil die betreffende Probe als Fragment in altmiozäner feiner Kalkbreccie mit Heterosteginen und Lepidocyclinen eingeschlossen ist.

Ser. I Nr 632. Aus dem Blockfelde im Sattel zwischen G. Javanoea und G. Emderi.

Ein Sandstein mit Tuffbestandteilen, Oolithen, spärlichen Foraminiferen wie Rotalideen, die für eine Altersdeutung belangslos scheinen, Stückchen von normalem oberkretazischen Globigerinen- und Pseudotextularienkalk, mit viel Schlammgrundmasse und zwischen den Gesteinspartikeln mit vereinzelten Fragmenten von Foraminiferen, die mir auf die im vorstehenden besprochene *Globigerina* aff. *linnaeana* zu beziehen scheinen. Es ist ein Gestein ähnlich wie 769 (s. auch Taf. XIX, Fig. 2) und wohl auch von gleichem Alter.

Ser. I Nr 640. Aus dem Blockfelde im Sattel zwischen G. Javanoea und Emderi.

Ein Sandstein mit Mollusken- und Bryozoenresten ohne deutbare Foraminiferen.

Ser. I Nr 757. Von anstehendem Riffkalk auf dem G. Oemitinoene.

Ein roter, feingeaderter Kalk, der schon an der angewitterten Oberfläche grössere Foraminiferen erkennen lässt. Im Dünnschliff zeigt es sich, dass ein Korallkalk anscheinend ganz jungen (quartären?) Alters vorliegt. Nummuliten fehlen anscheinend ganz, ebenso Lepidocyclinen, dagegen sind sehr reichlich vorhanden:

Amphistegina lessonii d'Orb. und *Polytrema planum* Carter; vereinzelt kommen vor:

Heterostegina cf. *depressa* d'Orb.
Gypsina cf. *globulus* Rss.
Spirillina sp.
Globigerina bulloides d'Orb. nebst
Pulvinulinen, Textularien, Miliolideen, Polystomellen und andere Foraminiferen.

Ser. I Nr. 759. Aus dem Blockfelde am Nordabhang des G. Javanoea.

Ein grauer Kalk mit massenhaften langgestreckten Foraminiferen, die äusserlich an Alveolinen erinnern, bei genauerer Betrachtung sich jedoch als Fusuliniden der (Untergattung oder) Gattung *Doliolina* herausstellen. Einige sind verkieselt (s. Taf. XIX, Fig. 3) und hübsch ausgewittert, die kalkig gebliebenen dagegen sind zur Hälfte abgeschliffen und lassen hübsch das Basalskelett im Querschnitt beobachten (s. Taf. II, Fig. 1).

Es ist eine langgestreckte Abart der *Doliolina lepida*, welche das Gestein so gut wie ganz erfüllt (s. Taf. XVIII, Fig. 1), und die ich *Doliolina lepida* var. *lettensis* nennen will.

Das Alter dieses Kalkes kann nach unseren bisherigen Kenntnissen als unterpermisch gedeutet werden.

Ser. I Nr 769. Feine Breccie und Conglomerat aus dem Blockfelde am G. Oemitinoene.

Ein rötlichbraunes Gestein mit gelben und grünen Gemengteilen, in dessen Dünnschliffen vor allem die Anwesenheit grösserer auf *Globigerina linnaeana* zu beziehenden Foraminiferen auffällt (s. Taf. XIX, Fig. 2), die jedoch meist in Fragmenten vorhanden sind und zwischen den anorganischen Gemengteilen zerrieben scheinen. Doch sind auch kleine Brocken typischeren oberkretazischen Globigerinenkalkes vorhanden, ähnlich wie in Nr 632, und, auch Oolithe.

Die Gesteine Nr 627a, 632 und 769 sind gleicher Entstehung; es sind sämtlich Bruchstücke eingeschlossen in alt-miozänen Breccien wie die Nr 770, 1020 und 1021.

Ser. I Nr 770. Aus dem Blockfelde am G. Oemitinoene.

Ein z. T. graues, z. T. bräunliches Gestein mit bunten Gemengteilen, das äusserlich an das Vorhergehende erinnern möchte. Im

Dünnschliffe zeigt sich jedoch die Anwesenheit zum Teil für das Altmiozän bezeichnender Küstenforaminiferen, nämlich:

Heterostegina margaritata Schlumb.
„ cf. *depressa* d'Orb.
Lepidocyclina sp. sp. (Fragmente mittelgrosser u. kleiner Formen)
Amphistegina lessonii Orb.
Pulvinulina cf. *elegans* Orb.

Auch Lithothamniumstücke sind nicht selten vorhanden; es ist ein Gestein, das den im Folgenden besprochenen im Wesentlichen entspricht.

Nr 1020. Aus dem Blockfelde auf dem G. Manoepoera.

Ein Riffkalk mit zahlreichen Korallresten und Lithothamnien; von Foraminiferen fand ich:

Lepidocyclina aff *sumatrensis* Brady
„ sp. sp. Fragmente und Jugendstadien
Miogypsina cf. *complanata*
Heterostegina margaritata Schlumb.
„ cf. *depressa* d'Orb.
Cycloclypeus communis M.?
Rotalia Schroeteriana J. u. P.
Spirillina, Milioliden und andere Kleinforaminiferen.

Ser. I Nr 1021. Aus dem Blockfelde auf dem G. Manoepoera.

Ein analoges Gestein wie das Vorhergehende mit:

Lepidocyclina cf. *sumatrensis* Brady
„ sp. Fragmente einer grösseren Form
Heterostegina margaritata? Schlumb.
Globigerina triloba Reuss
Amphistegina sp.
Lithothamnium sp.

Ser. I Nr. 1022. Aus dem Blockfelde am G. Manoepoera.

Wie 1020 und 1021, mit:

Lepidocyclina aff. *sumatrensis* Brady
„ sp.

Heterostegina depressa Orb.
„ *margaritata* Schlumb.
Rotalia Schroeteriana P. u. J.
Globigerina sp. u. a.

Ser. I Nr 1023. Aus dem Blockfelde am G. Manoepoera. Wie 1020, 1021 und 1022, mit:

Lepidocyclina sp. sp. Fragmente
Heterostegina depressa d'Orb.
„ *margaritata* Schlumb.
Carpenteria? sp.

Nicht numerirte Gesteine aus dem Blockfelde am G. Javanoea.

Ein Breccie mit viel grünen Gemengteilen, die den unmittelbar im Vorstehenden besprochenen Proben faunistisch wie auch petrographisch ganz entspricht. Nebst Korall- und *Lithothamnium*-Resten sind Foraminiferen sehr reichlich vorhanden und zwar:

Lepidocyclina sumatrensis Br.
„ *ferreroi* Prov.
„ cf. *Martini* Schlumb.
„ sp. Fragm. mittlerer Formen
Heterostegina cf. *depressa* Orb.
„ *margaritata* Schlumb.
Amphistegina Lessonii Orb.
Rotalia Schroeteriana P. u. J.
„ cf. *annectens* P. u. J.
Carpenteria? sp.

Diese Kalkbreccie gehört dem gleichen Alter an wie 1020, 1021, 1022, 1023 wie auch Nr 627 und 770, kann infolge des reichlichen Vorhandenseins von kleinen Lepidocyclinen und *Heterostegina margaritata* wohl sicher als älteres Miozän gedeutet werden. Ob jedoch Aquitanien oder Burdigalien vorliegt, glaube ich auf Grund der immerhin kärglichen Fauna nicht entscheiden zu können.

GEOLOGISCHE ERGEBNISSE.

Die im Vorstehenden besprochenen Gesteine lassen sich ihrem Alter nach folgendermassen gruppieren:

I. Unterperm, welches durch den Doliolinenkalk von I, 759 vertreten ist von welchem ein Geröll in dem Blockfelde am G. Javanoca gefunden ist.

II. Mesozoischer, vermutlich oberkretazischer Globigerinenkalk und globigerinenführenden Sandstein I, 627a, 632 und 769, die überwiegend aus *Globigerina* aff. *linnaeana* bestehen. Diese Gesteine kommen als Bruchstücke vor eingeschlossen in alt-miozänen Breccien und Conglomeraten, von welchen zahlreiche lose Blöcke in den Blockfeldern auf der Insel gefunden werden.

III. Altmiozäne Lepidocyclinenbreccien (vielleicht dem oberen Aquitanien angehörig) mit *Heterostegina margaritata*, die durch die Gesteine 627, 770, 1020, 1021, 1022, 1023 und einige nicht numerirte Proben von aus dem Blockfelde in der Javanoca Hügelgruppe stammenden Gesteinsstücken vertreten sind.

IV. Junger (quartärer?) Korallkalk mit viel *Amphistegina Lessonii*, *Polytrema planum* und andere Foraminiferen.

PALAEONTOLOGISCHE BEMERKUNGEN.

Doliolina lepida Schwager var. *lettensis* n. (Taf. XVIII, Fig. 1; Taf. XIX, Fig. 1, 3).

1883. C. SCHWAGER in RICHTHOFEN, China Bd. IV (Pal. T.). pag. 138. Taf. XVII, Fig. 13. Taf. XVIII, Fig. 1—14 als *Schwagerina lepida*.
1898. SCHELLWIEN, Palaeontographica. 44. Bd. pag. 238 (dafür das Genus *Moellerina*.
1902. — Schrift. Phys.-Ges. Königsberg. Bd. 43. pag. 67 (in *Doliolina* geändert).
1906. H. DOUVILLÉ. Bull. Soc. geol. Fr. ser. 4. t. VI. pag. 576 u. ff.
1909. H. v. STAFF. N. Jahrb. Min. Beil.bd. 27. pag. 476.
1906. YABE. Journ. Coll. Sc. Tokyo. vol. XXI. Nr 5.
1909. H. H. HAYDEN. Rec. Geol. Surv. India. XXXVIII. pag. 230 u. ff.
1912. H. v. STAFF. Palaeontographica. 59. Bd. pag. 189. Fig. 16, 17.

Doliolina lepida würde zuerst durch SCHWAGER aus China bekannt, wo sie in manchem Kalk in einer Häufigkeit vorkommt, welche jener, die man bei Fusulinen zu finden gewohnt ist, in nichts nachsteht. Eigentümlich ist dort wie auch auf Letti, dass keine echten Fusulinen damit vergesellschaftet vorkommen.

Schon SCHWAGER erwähnt auch dass manche, namentlich die abgeblätterten Exemplare, welche die Spiralstreifen zeigen, Alveolinen

zum Verwechseln ähnlich sein können und ähnlich ist dies auch bei dem Gestein von Letti der Fall. Freilich zeigt eine genaue Betrachtung leicht die wesentlichen Unterschiede, wenn auch, worauf neuestens O. ALTRETER (N. Jahrb. Min. etc. Beil.bd. 36 1913 pag. 98) hinwies mancherlei Analogien im inneren Bau von *Alveolina* und *Doliolina* bestehen. Es sind keine völlig geschlossene Sekundärkämmerchen wie bei *Alveolina*, sondern lediglich Basalreifen, welche nicht ganz zum Dache des Umganges emporreichen und dies Verhältnis kommt auch schon an angewitterten Exemplaren bei schwacher Vergrösserung leicht zur Beobachtung (s. Taf. XIX, Fig. 1).

Im inneren Baue unterscheidet sich die Art von Letti nicht von der typischen *Doliolina lepida*; lediglich die Dimensionen sind mit 6 mm Länge und 1.5 mm Dicke weit geringer und konstant geringer als bei der typischen *lepida* (9 mm und 4 mm) und bei var. *ellipsoidalis* Schwag. (11.5 mm und 9 mm). Daraus resultiert nur eine längergestreckte Gestalt bei der wohl nur als neue Abart zu bezeichnenden Form von Letti.

Bezüglich des Alters der Doliolinengesteine gab H. DOUVILLÉ (l. c. pag. 586) an, dass *Dol. lepida* für ein Niveau mit *Fusulina* cf. *Richthofeni*, *Doliol. (Verbeekina) Verbeeki* und *Neoschwagerina craticulifera* charakteristisch sei, das von Japan bis Java über Schwagerinenkalken lagere und unteres (oder mittleres Perm) darstellen dürfte.

W. VOLZ fasst 1904 [1]) allerdings die Sumatraner Kalke mit Verbeekinen, *Neoschwagerina craticulifera* und *Sumatrina Annae*, in denen auch *Fusulina granum avenae* Römer wenn auch selten vorkommt, als oberes Oberkarbon, doch scheint seine Ansicht keineswegs gesichert. Ich selbst hatte in letzter Zeit Gelegenheit mehrere Fusulinenkalkvorkommen von Timor aus Aufsammlungen der Herren Prof. MOLENGRAAFF, Dr. WANNER en Dr. WEBER zu untersuchen, die mir als permisch übergeben worden waren. Und in all diesen sind nur echte Fusulinen vorhanden (nebst *Fusulina granum avenae* Röm. nur neue Arten), was sich nach den herrschenden Ansichten über die vertikale Verbreitung der Fusuliniden nicht recht vereinen lässt. Denn zumeist als permisch geltende Gattungen wie

1) Geol. u. Pal. Abh. Neue Folge II. Heft 2 pag. 26.

Doliolina, *Verbeekina*, *Sumatrina*, *Neoschwagerina* fehlen in allen den von mir untersuchten Timoreser Fusulinenkalken völlig. Ich habe diese Verhältnisse, worauf ich ausführlicher bei Beschreibung der Fusulinen von Timor zurückzukommen gedenke nur deshalb erwähnt, um auf die Unsicherheit des stratigraphischen Wertes der Fusulinen hinzuweisen, bezüglich welches präzise Beobachtungen sehr erwünscht wären.

Nach all dem, was über das Alter der höher entwickelten Fusulinidengattungen bekannt wurde, möchte ich mich indessen der Ansicht H. DOUVILLÉ's bezüglich eines wohl permischen Alters der Doliolinengesteine anschliessen.

In den letzten Jahren hat H. H. HAYDEN die Gattung *Doliolina* einziehen wollen, weil bei „*Schwagerina*" *(Doliolina) Verbeeki* kein Basalskelet existirt. Doch hat schon STAFF 1912 energisch darauf hingewiesen, dass ein Basalskelet bei *Doliolina lepida* unbestreitbar vorhanden sei und die auf Taf. XVIII wie XIX reproduzierten photographischen Aufnahmen schliessen wohl jeden Zweifel an der tatsächlichen Existenz eines solchen aus.

Lepidocyclina.

Vertreter dieser Gattung sind in den oben erwähnten Proben vorhanden, sie treten jedoch an Häufigkeit gegenüber den Heterosteginen merklich zurück. Grosse Formen fehlen anscheinend ganz, doch auch Formen von mittlerer Grösse sind in den Dünnschliffen nur in so fragmentarischem Zustande ersichtlich, dass eine nähere Bestimmung meist unmöglich ist. Folgende Arten sind jedoch mehr oder weniger sicher deutbar.

Lepidocyclina cf. *Martini* Schlumberger n.

1900. Samml. geol. Reichs Mus. Leiden. Ser. I. Bd. VI. Heft 3. pag. 131. Taf. VI, Fig. 5—8.

Auf den von SCHLUMBERGER Fig. 7 gegebenen Querschnitt dieser Art scheint mir das Taf. XVIII, Fig. 3 wiedergebene angewitterte Exemplar wie auch einige andere derselben Fundstelle möglicherweise zu gehören, wenngleich diese angewitterten Durchschnitte natürlich für eine sichere Bestimmung nicht genügen.

Lepidocyclina sumatrensis Brady.

1900. F. Chapman. Christmas Island. pag. 244. Taf. XX, fig. 6.
1911. H. Douvillé. Phil. Journ. Sc. Manila. vol. VI. Nr 2. pag. 59. fig. 2.
1912. — Samml. geol. Reichs Mus. Leiden. Ser. I. Bd. VIII. pag. 271. Fig. 2, 3.

Diese Art glaube ich mit Sicherheit identifizieren zu können, wenn sie auch namentlich an den randlichen Schnitten nicht so gebaucht erscheint, wie die Abbildungen von H. Douvillé's Exemplaren von Nias. Es sind meist sehr kleine Formen, die nicht ganz 2 mm erreichen, verhältnismässig stark gebaucht sind und von dünnen Pfeilern durchsetzt. Der dünne Rand ist meist abgebrochen. Eines dieser Exemplare ist im Schliff durch die Anfangskammern getroffen (s. Taf. XIX, Fig. 4) und lässt jene Gestaltung derselben erkennen, wofür H. Douvillé 1911 den Namen *Nephrolepidina* aufstellte.

Es scheint mir nun recht bedenklich, dass die eine „Section" *Eulepidina* die grossen Formen (z. T. allerdings auch Formen von mittlerem Durchmesser) umfasst, die andere zumeist kleine Formen. Der Wert der vorwiegend auf die Gestalt der Anfangskammern gegründeten Unterteilung scheint umso bedenklicher, wenn man erwägt, dass man im Gegensatz zu so vielen anderen Gattungen der Foraminiferen gerade bei den Lepidocyclinen (und Orbitoiden überhaupt) die beiden zu einander gehörigen Generationen nicht kennt und dass sonst die Generationsunterschiede in der Regel mit oft ganz beträchtliche Grössenunterschieden verbunden zu sein pflegen.

Allerdings ist das von mir bisher untersuchte Lepidocyclinenmaterial namentlich bezüglich isolierter Formen noch zu gering, um mehr als Bedenken gegen die Unterteilung von *Lepidocyclina* in Eu- und Nephrolepidinen bringen zu können.

Lepidocyclina ferreroi Provale.

1909. Riv. Ital. Pal. Catania. pag. 8. Taf. II, Fig. 7—13.

Auch dies ist eine ganz kleine Form von nicht viel über 2 mm Durchmesser, aber sie ist im Verhältnis zur vorigen sehr flach ($\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ mm dick) und durch einige wenige sehr kräftig bemerkliche Pfeiler anscheinend leicht kenntlich.

Lepidocyclina cf. *formosa* Schlumberger.

1902. Samml. geol. Reichs Mus. Leiden. Ser. I. Bd. VI. Heft 3. pag. 251. Taf. VII, Fig. 1—3.

Auf diese Art beziehe ich ein Fragment einer Art von mittleren Durchmesser und dicken Wandungen ohne merkliche Pfeiler, das mit Fig. 3 von SCHLUMBERGER's Abbildung ganz gut übereinzustimmen scheint.

Ausserdem sind Fragmente, Schrägschnitte und Jugendformen auch von einigen anderen Formen vorhanden, die sich jedoch noch weniger als die im Vorhergehenden besprochenen deuten lassen.

Heterostegina margaritata Schlumberger. Taf. XVIII, Fig. 2; Taf. XIX, Fig. 4 (?).

1902. Samml. geol. Reichs Mus. Leiden. Ser. I. Bd. VI. pag. 252. Taf. VII, Fig. 4.

Ich beziehe auf diese Art eine Anzahl meist nicht central getroffener Durchschnitte, wie ich auf den beigegebenen Tafeln abbildete. Es sind Heterosteginen, die sich durch die kräftigen Pfeiler im Mittelteile des Gehäuses leicht unterscheiden.

Da jedoch die Durchschnitte, wie erwähnt, nicht central getroffen, ausserdem auch die offenbar dünnen Randpartien der Schälchen abgebrochen sind, ist bei dem von mir bisher untersuchten Materiale leider nicht festzustellen, ob nicht auch bei manchen wenigstens ein vollständig involutes Stadium vorhanden ist, für welches H. DOUVILLÉ 1905 (Bull. Soc. geol. Fr. ser. 4. t. V. pag. 460) den Namen *Spiroclypeus* einführte.

J. BOUSSAC hat später (Bull. Soc. geol. Fr. 1906 ser. 4. t. VI. pag. 95) dargelegt, dass nicht die vollständige oder nur teilweise erfolgte Umfassung der vorhergehenden Kammern für *Spiroclypeus* bezeichnend sei, sondern dass diese Bezeichnung auf jene Heterosteginen anzuwenden sei, deren Spirallamelle untergeteilt sei. In diesem Falle würden sicher nur Heterosteginen und nicht Spiroclypeen vorliegen.

Bezüglich des Alters auf Letti deutet schon das Zusammenvorkommen von *Heterostegina margaritata* mit den Lepidocyclinen auf

Altmiozän. Die von SCHLUMBERGER ursprünglich beschriebene Form stammt von Teweh (Borneo), wo sie zusammen mit *Lepidocyclina formosa* vorkommt und von CH. SCHLUMBERGER als „probablement de l'étage miocène" bezeichnet wurde; die *Spiroclypeus*-Gesteine von Borneo, in denen von H. DOUVILLÉ noch *Lepidocyclina insulae natalis* und *Cycloclypeus communis* gefunden wurde, hält dieser für oberes Aquitanien.

Ob diese von kräftigen Pfeilern durchsetzte *Heterostegina* einen stratigraphischen Wert besitzt, können wohl erst Beobachtungen an weit grösserem Materiale als bisher zugänglich war, ergeben.

Heterostegina depressa d'Orb.

Nebst der im Vorstehenden besprochenen Form sind in den Lepidocyclinenkalken nicht selten Durchschnitte glatter Heterosteginen ersichtlich, die wohl am ehesten zu dieser Art gehören dürften. Bei manchen randlich getroffenen Schnitten ist es nicht zu unterscheiden, ob *Heterostegina* oder schon *Cycloclypeus* vorliegt. Nach den sonstigen Zusammenvorkommen von *Cycloclypeus* in den analogen Schichten, dürften manche der erwähnten dünnen Randschnitte wohl auf diese Gattung zu beziehen sein.

Amphistegina Lessonii d'Orb.

Amphisteginen, die einander in den wesentlichen Merkmalen gleichen, sind sowohl in den altmiozänen Lepidocyclinenkalken wie im jungen Korallkalk vorhanden. Ich habe schon an anderer Stelle [1]) hervorgehoben, dass ich auch die altmiozänen Formen wie auch die als *Amphistegina niasi* beschriebene Form von *lessonii* nicht zu unterscheiden vermag, denn bezüglich der Dimensionen wie auch bezüglich der dickeren oder schlankeren Gestalt variert *A. lessonii* ja sehr bedeutend.

Gypsina globulus Reuss.

Vereinzelt in den Lepidocyclinenkalken, wo sie ja auch sonst regelmässig vorhanden ist.

1) Jahrb. geol. Rt. 1913. pag. 147.

Rotalia Schroeteriana P. u. J.

Vergl. SCHUBERT. Jahrb. kk. geol. Rt. 1913. pag. 149. Taf. VIII, Fig. 4.

Ich habe bereits gelegentlich der Bearbeitung von fossilen Foraminiferen von Celebes das in manchen altneogenen und quartären Korallkalken nicht seltene Vorkommen dieser durch die Skulptur leicht kenntlichen Art besprochen und kann daher auch bezüglich Abbildung auf diese Arbeit verweisen.

Das gleiche ist der Fall bezüglich der mit *Rotalia annectens* verglichenen Form (ibidem pag. 150. Taf. VIII, Fig. 3).

Polytrema planum Carter.

1911. SCHUBERT. Abhandl kk. geol. Rt. 1911. Vol. XX. Heft 4. pag. 115. Taf. III, Fig. 3.
1913. — Jahrb. kk. geol. Rt. 1913. pag. 146. Taf. VIII, Fig. 1.

Bezüglich dieser Art verweise ich besonders auf das von mir im Jahrb. kk. geol. Rt. 1913. pag. 146 Mitgeteilte, wo ich hervorhob, dass ich im Gegensatz zu meiner früheren Anschauung, diese inkrustierende Form mit Gypsinenartig gebauten Kammern auf *Polytrema planum* beziehen möchte. Auf Letti ist diese Art nur im jungen Korallkalk vorhanden, während ich sie in den Lepidocyclinenkalken nicht beobachten konnte.

GLOBIGERINEN.

Nebst den in den Lepidocyclinen- wie auch jungen Korallkalken allgemein weit verbreiteten Globigerinen des *bulloides*-Formenkreises, sind wie bereits kurz erwähnt wurde besonders in 627a massenhaft Schälchen einer anderen Form enthalten und zwar aus der nächsten Verwandtschaft von *Globigerina linnaeana* d'Orb. (die auch als *Rosalina* und *Discorbina canaliculata* von REUSS beschrieben wurde). Von der typischen Kreideform, wie sie z. B. in neueren Zeit von G. EGGER (Sitzber. bayr. Ak. 1909. 11. Abh. pag. 33 u. ff. III. 1—4, 11—18, V. 1, 2, 4, 7) abgebildet wurde, unterscheidet sich die Form von Letti eigentlich nur dadurch, dass die Kiele, welche die Umgänge ober- und unterseits begleiten, meist sehr schwach

ausgebildet sind. Manche der Durchschnitte zeigen jedoch fast ganz das charakteristische Bild.

Auf vereinzelte Exemplare dieser Art, die in einer wesentlich anders zusammengesetzten Mikrofauna vorhanden sind, möchte ich nicht einen besonderen stratigraphischen Wert legen, da *Globigerina linnaeana* sogar noch aus pliozänen Crag beschrieben wurde und aus rezenten Sedimenten, freilich hier wohl auf sekundärer Lagerstätte. Gesteine, in denen sie aber derart dominiert, wie in dem in Rede stehenden, dürften meines Erachtens faunistisch aus nicht jüngeren als oberkretazischen Schichten stammen. Denn *Glob. linnaeana* (und die ihr sehr nachstehende oder damit identische *canaliculata* Reuss) ist sehr häufig in Oberkreideschichten der Nord-Alpen, in der Scaglia, in der karpathischen Oberkreide, auch von Südafrika (Chapman) und nach meinen Untersuchungen auch auf Timor. Auch der eigenartige Erhaltungszustand, massenhaft angehäufte grosse Schälchen kommt in manchen Gesteinen von Timor vor und ich werde dort ausführlicher über die gesteinsbildenden Globigerinen berichten, auch vorher noch weitere Globigerinengesteine zu untersuchen trachten.

Da ich hervorhob, dass *Globigerina linnaeana* soviel bekannt ist, nur in der Oberkreide massenhaft auftritt, möchte ich jedoch nicht unerwähnt lassen, dass sie auch in manchen Eozänlokalitäten nicht selten vorhanden ist. Wenn Arnold Heim noch 1911 (Beitr. geol. Karte d. Schweiz N. F. 31. Lief. pag. 40) hervorhebt, dass diese Art (= *Discorbina canaliculata*) noch nirgends im schweizerischen Eozän gefunden würde, so muss darauf hingewiesen werden, dass A. Rzehak schon 1891 sie in zwei als neuen bezeichneten Abarten var. *eocaena* und var. *convexa* aus dem Obereozän von Bruderndorf bei Stockerau anführt (Annal. nat. Hofmus. Wien. VI. Bd. Heft 1. pag. 4). In denselben Schichten kommen auch Pseudotextularien und *Globigerina cretacea* vor. Ebenso kommen diese Formen an verschiedenen anderen Punkten des mittel- bis obereozänen Nummulitenflysches der Umgebung von Wien vor, wo sie von Herrn R. Jaeger (Wien) kürzlich gefunden wurden, wie ich mich durch Einsichtsnahme in seine Präparate überzeugen konnte.

Das Vorkommen dieser im Wesentlichen oberkretazischen Plankton-

foraminiferenfauna im Eozän ist somit ausser Zweifel, aber weit weniger sicher ist es, ob diese Formen im Eozän jener Gegenden lebten oder etwa aus oberkretazischen Schichten nur eingeschwemmt wurden. Ohne mich hier ausführlicher mit dieser Frage zu befassen, möchte ich nur auf die zahlreichen anderen kretazischen Typen des Bruderdorfer Eozäns hinweisen, die direkt die Vermutung erwecken, dass sie aus kretazischen Bildungen ungeschwemmt sind.

Dass solche gerade in jenen Gegenden vorhanden sind, erhellt aus dem Foraminiferentegel von Leitzersdorf den KARRER 1870 beschrieb und für dessen nicht kretazisches Alter wohl keine stichhaltigen Gründe gebracht werden können, andererseits aber auch aus den oberkretazischen Orbitoidengesteinen, die von R. JAEGER in jüngster Zeit im Wienerwalde gefunden wurden.

Wie bereits im Vorstehenden erwähnt wurde, handelt es sich auch hier auf Letti, besonders bei Berücksichtung der Proben 632 und 769 und auch bei den Globigerinen der Probe 627a um während der Tertiärzeit und zwar während alt-miozäner Zeit, umgelagertes kretazisches Fossilmaterial.

ERKLÄRUNG ZU TAFEL XVIII.

Fig. 1. Dünnschliff durch einen mit *Doliolina lepida* var. *lettensis* n. dicht erfüllten Kalk (Nr 759). $^{16}/_{1}$.

Fig. 2. *Heterostegina margaritata* Schlumb. $^{16}/_{1}$.

Fig. 3. *Lepidocyclina* cf. *Martini* Schlumb., angewittert, auf der Oberfläche einer altmiozänen Breccie von Javanoea. $^{9}/_{1}$.

ERKLÄRUNG ZU TAFEL XIX.

Fig. 1. *Doliolina lepida* var. *lettensis* n., angewitterte Gesteinsoberfläche, wobei die Basalreifen schön zu sehen sind. ca $^{7}/_{1}$. (Nr 759).

Fig. 2. Feine Tertiärbreccie (Nr 769), zwischen den Mineralgemengteilen zerriebene Schälchen von *Globigerina* aff. *linnaeana*. ca $^{20}/_{1}$.

Fig. 3. *Doliolina lepida* var. *lettensis* n., 2 verkieselte und herausgewitterte Exemplare. ca $^{8}/_{1}$.

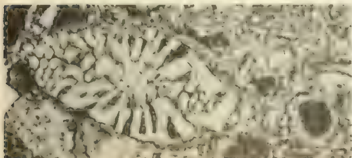
Fig. 4. Altmiozäne Lepidocyclinenbreccie von Javanoea mit *Lepidocyclina sumatrensis* (S.), *L.* cf. *ferreroi* (T.) und *Heterostegina* cf. *margaritata*. $^{15}/_{1}$.

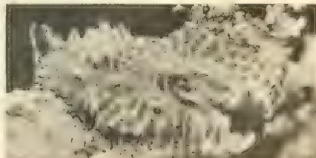
Fig. 5. Globigerinenkalk, dicht erfüllt mit *Globigerina* aff. *linnaeana* Orb. (Nr 627a.). ca $^{20}/_{1}$.

ERKLÄRUNG ZU TAFEL XX.

Dasselbe Gestein (627a) wie Fig. 5 auf Taf. XIX nur stärker (ca 64 fach) vergrössert.

Fig. 1


Fig. 2


Fig. 3

Phototypie M. Jaffé, Vienne.

Schubert, Foraminiferen von Leti.

Fig. 1

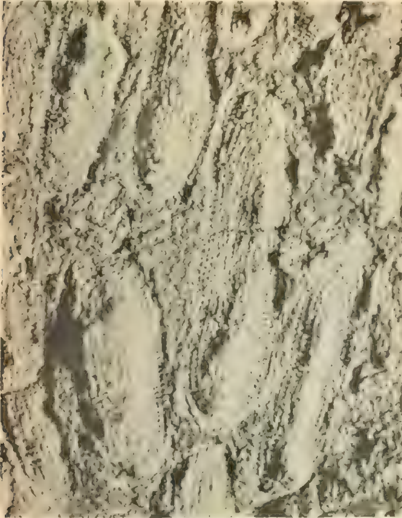


Fig. 3

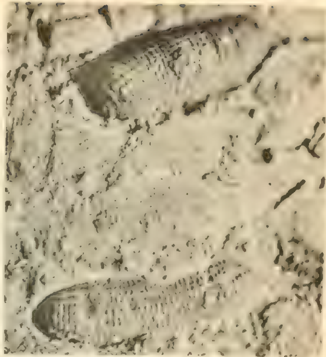


Fig. 2

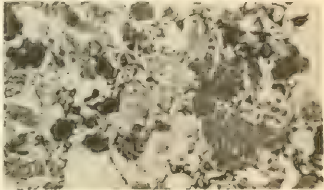


Fig. 4

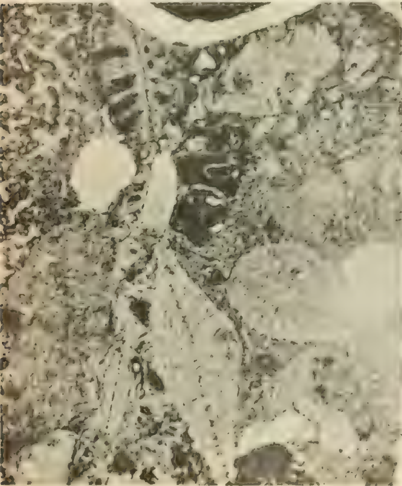
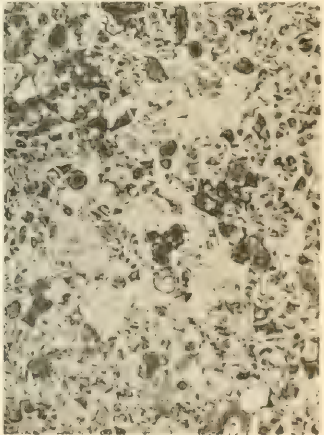
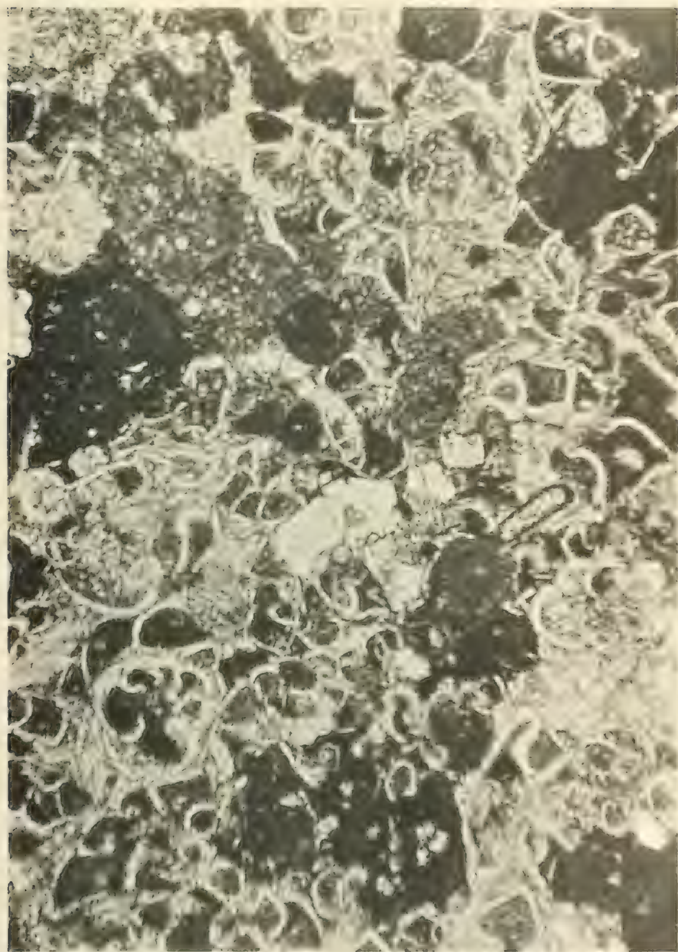


Fig 5



Phototypie M. Jaffé, Vienne.



Phototypie M. Jaffé, Vienne

Schubert, Foraminiferen von Leti.

PERMISCHE BRACHIOPODEN DER INSEL LETTI

VON

F. BROILI.

V. PERMISCHE BRACHIOPODEN DER INSEL LETTI.

Die im folgenden behandelte kleine Fauna von Brachiopoden wurde mir von Herrn Prof. Dr. Molengraaff, der dieselbe aufgesammelt hatte, zur Bearbeitung anvertraut und ich erlaube mir auch an dieser Stelle ihm dafür meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Die Fossilien selbst sind in manchmal äusserst harte Concretionen eingeschlossen und nur der Geschicklichkeit unseres Präparators Herrn Spang ist es danken, wenn eine grössere Anzahl von Individuen aus denselben herauspräparirt werden konnten.

Die Erhaltung der Stücke selbst ist ganz im Gegensatz zu den fast durchweg ausgezeichnet erhaltenen Material von Timor, eine mässige, manche Individuen sind durch den Gebirgsdruck auf mechanische Weise mehr oder weniger verändert oder verzerrt worden, die meisten sind lediglich als Steinkerne erhalten und nur einige wenige haben Reste von Schale aufzuweisen. Infolge dieser Schwierigkeiten liessen etliche Stücke eine nähere Bestimmung nicht zu.

BESCHREIBUNG DER ARTEN.

Familie Productidae Gray.

Productus Cora d'Orb.

T. XXI. Fig. *4a—b*. 13.

1842. Productus Cora d'Orb. Voyage dans l'Amérique Méridionale. Vol. III. Paléontologie S. 55. T. V. Fig. 8—10.

1847. Productus Cora d'Orb. bei L. de Koninck. Recherches sur

les animaux fossiles. 1e Monographie des genres Productus et Chonetes S. 50. T. 4. Fig. 4. T. 5. Fig. 2.

1857. Productus Cora d'Orb. bei DAVIDSON. British fossil Brachiopoda. Vol. V. Permian and Carbonif. species S. 148. T. 36. Fig. 4. T. 42. Fig. 9.

1880—81. Productus Cora d'Orb. bei RÖMER. Ueber eine Kohlenkalk Fauna der Westküste von Sumatra. Paläontographica 27. 3. S. 5.

1884. Productus lineatus Waagen. Salt Range fossils. Pal. Indica Ser. XVI. Vol. I. Productus limestone fossils S. 673. T. 66. Fig. 1. 2. T. 67. Fig. 3.

1884. Productus Cora d'Orb. bei WAAGEN ibid. S. 677. T. 66. Fig. 3. T. 67. Fig. 1 u. 2.

1892. Productus Cora d'Orb. bei E. SCHELLWIEN. Die Fauna des karnischen Fusulinenkalkes I. Paläontographica 39. Bd. S. 21. T. 3. Fig. 3.

1892. Productus lineatus Waagen bei SCHELLWIEN ibidem S. 21. T. 1. Fig. 16—18. T. 3. Fig. 1.

1897. Productus Cora d'Orb. bei DIENER. Himalayan fossils. Pal. Indica. Ser. XV. Vol. I. Part. 3. The Permocarbonif. Fauna of Chitichun I. S. 16. T. 4. Fig. 1.

1897. Productus lineatus Waagen ibid. S. 14. T. 4. Fig. 2—4.

1900. Productus Cora d'Orb. bei E. SCHELLWIEN. Fauna der Trogkofelschichten i. d. karnischen Alpen u. d. Karawanken. Abhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt. Bd. 16. I. S. 41. T. 7. Fig. 15—17.

1902. Productus Cora d'Orb. bei M. TSCHERNYSCHEW. Die obercarb. Brachiopoden des Ural und Timan. Mém. du com. géol. Vol. XVI. N°. 2. S. 621. T. 33. Fig. 2—3. T. 35. Fig. 1. T. 54. Fig. 1—5.

1902. Productus lineatus Waagen ibid. S. 625 T. 48. Fig. 4.

1902. Productus sinensis Tschernyschew ibid. S. 626. T. 35. Fig. 7. T. 55. Fig. 2—5.

1903. Productus Cora d'Orb. bei GIRTY: The Carbonif. formation and faunas of Colorado. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. 16. S. 364 T. 4. Fig. 1—4. ibid. syn.

1903. Productus lineatus Waagen bei DIENER: Himalayan fossils l. c. Vol. I. P. 5. Permian fossils of the Central Himalayas S. 138 T. 7. Fig. 1.

1905. Productus Cora d'Orb. bei VAUGHAN: The Palaeontological sequence in the Carbonif. Limestone of the Bristol Area. Quarterl. Journ. Geol. Soc. 61. 1905. S. 290. T. 25. Fig. 4.

1906. Productus lineatus Waagen bei KEIDEL: Geologische Untersuchungen im s. Tien-Schan etc. Neues Jahrbuch für Mineral. Beilageband 26. S. 217.

1906. Productus Cora d'Orb. bei GORTANI. Contribuzione allo studio del Paleozoiko Carnico I. Paläontographica Italica Vol. XII. S. 19.

1908. Productus Cora d'Orb. bei P. GRÖBER. Ueber die Faunen des untercarb. Transgressionsmeeres des centralen Tian-schan, etc. N. Jahrb. für Mineralogie etc. Beilageband 26. S. 217 und 236. T. 27. Fig. 3. T. 18. Fig. 1. 2. 3—5. T. 20. Fig. 4.

1909. Productus Cora(?) d'Orb. bei P. GRÖBER. Carbon und Carbonfossilien des nördl. und centr. Tian-schan. Ahhandl. der k. bay. Akad. der Wissenschaft. II. Classe 24. Bd. II. Abt. S. 370. T. I. Fig. 1—3. T. 2. Fig. 5.

1911. Productus Cora d'Orb. bei DIENER. Pal. Indica N. Ser. Vol. III. Mem. 4. Anthracolithic fossils of the Shan States S. 19. T. 3. Fig. 3. 13 ibid. syn.

1914. Productus Cora d'Orb. bei KOZLOWSKY: Les Brachiopodes du Carbonifère supér. de Bolivie. Ann. de Palaeontologie T. IX. S. 18. T. 4. Fig. 19. T. 5. Fig. 5. T. 6. Fig. 1—10.

1914. Productus Cora d'Orb. bei WIMAN. Ueber die Carbonbrachiopoden Spitsbergens und Beeren-Eilands. Nov. Acta Reg. Soc. Sci. Upsal. Ser. 4. Vol. 3. N°. 8. S. 69.

Das Merkmal welches P. GRÖBER als für Productus Cora characteristisch bezeichnet; nämlich „Vermehrung der Rippen der Ventralschale durch Einschaltung neuer dünner langsam an dicke zunehmende Rippen zwischen den älteren": ist an einem der vorliegenden Stücke von Letti (No. 930) ganz ausgezeichnet wahrnehmbar. Ausserdem zeigt dasgleiche Individuum auf der einen Seite an einer grossen Schalenpartie die für die Art nicht minder bezeichnende „Runzelung" der Rippen auf. Wie bei den Stücken von Timor greift auch hier der zugespitzte dreiseitige Wirbel etwas über die Schlosslinie über.

Dieses Exemplar ist ein mittelgrosses, ziemlich ansehnliches Stück, andere sind beträchtlich kleiner.

Dir beiden Exemplare tragen als Fundort die Bezeichnung: Böschung des Woearlawan II. Letti.

Productus spiralis. Waagen.

T. XXI. Fig. 7—9.

1884. Productus spiralis Waagen. Salt Range fossils. I. Productus limestone fossils. Palaeontologia Indica Ser. XII. Vol. I. S. 681. T. 67. Fig. 6. T. 68. Fig. 3. T. 69. Fig. 1—3.

Obwohl die mir vorliegenden Stücke bei weitem nicht die Grössenverhältnisse der Individuen vom Salt Range oder von Timor erreichen, so vereinige ich dieselben doch mit Productus spiralis Waagen, den Frech [1]) wohl mit vollen Recht für identisch mit Productus Indicus Waagen hält, (wonach die jüngeren Exemplare als Productus indicus, die älteren als Productus spiralis bezeichnet seien).

Ein Stück von Letti (N°. 698) lässt nämlich jene bei grossen Exemplaren so markant hervortretende Erscheinung der Rippenverschmelzung zu Falten aus 2 oder mehr Radialrippen in der peripheren Schalenzone bereits deutlich erkennen, und im übrigen ist die Berippung bei allen Exemplaren gegenüber der von Productus semireticulatus, mit dem jüngeren Individuen möglicherweise verwechselt werden könnten, eine beträchtlich gröbere.

Fundort: Abhang des Woearlawan II und Abhang des Goenoeng Boernoewan, Letti.

Chonetes strophomenoides Waagen.

T. XXI. Fig. 15.

1884. Chonetes strophomenoides Waagen. Paläontologia Indica. Ser. XIII. Vol. I. Productus limestone fossils. S. 625. T. 58. Fig. 10.

1900. Chonetes strophomenoides Waagen bei Schellwien. Fauna der Trogkofelschichten in den karnischen Alpen u. d. Karawanken.

1) Frech: in v. Richthofen China 5. Bd. 1911. S. 162.

Abhandl. d. k. k. geol. Reichs-Anstalt. Bd. XVI. S. 37. T. IX. Fig. 13. 15. 16.

1911. Chonetes strophomenoides Waagen bei Frech in v. Richthofen China V. S. 165. T. 23. Fig. 5.

Es handelt sich um den noch im Gestein befindlichen grösseren Teil einer etwas gequetschten Ventralklappe, die aber — eine grosse Seltenheit für die Versteinerungen aus den Concretionen und Grauwacken von Letti — kein Steinkern sondern noch zum grössten Teil beschalt ist.

Durch die Quetschung, welche die Schale erlitten hat, kommt der Sinus in der Ventralklappe, der an den Original-Exemplaren von Waagen ebenso wie bei denen von Schellwien und Frech gut ausgeprägt ist, kaum zum Ausdruck, immerhin lässt sich das ursprüngliche Vorhandensein eines solchen an einer namentlich in der oberen Schalenpartie wohl deutlich auftretender Depression erkennen.

Die Zahl der Rippen, die sich durch die deutliche Dichotomie vermehren, beträgt auf 5 mm am Schalenrand ca. 10—12, (Waagen gibt für seine Form 8—10 an). Sehr gut ist an dem Stücke von Letti die so bezeichnende Punktierung in den Rippen-Zwischenräumen zu sehen.

Einige weitere Stücke von Chonetes strophomenoides zeichnen sich durch eigentümliche Erhaltung aus, insoferne die eigentliche Rippen aufgelöst hingegen die Zwischenräume derselben aufgefüllt sind und die darin befindlichen Punkte als Wärzchen auf den nun rippenähnlich hervortretenden Rippenzwischenräumen aufsitzen wodurch eigentlich ein Negativ der ursprünglichen Skulptur zu Stande kommt.

Das Vorkommen von Chonetes strophomenoides Waagen ist für den Archipel ein Novum, da die Art von Timor bis jetzt sich nicht nachweisen liess. Hinsichtlich der Beziehungen zur ähnlichen Formen verweise ich auf meine Arbeit über die Brachiopoden Timors bei Chonetes Rothpletzi sp. n.

Fundort: Abhang des Wocarlawan II. Letti.

Familie Spiriferidae King.

Spirifer fasciger Keyserling.

T. XXI. Fig. 19.

1846. Spirifer fasciger Keyserling. Wissenschaftl. Beobachtungen auf einer Reise im Petschoraland. S. 231. T. 8. Fig. 3.

1862. Spirifera Moosakhailensis Davidson: on some Carbonif. Brachiopoda collect. in India by A. Flemming and W. Pourdon. Quarterl. Journ. Geol. Soc. London 18. Bd. S. 28. T. 2. Fig. 2.

1865. Spirifera Moosakhailensis Davidson in E. Beyrich: Ueber eine Kohlenkalkfauna von Timor. Abhandl. der k. Akademie d. Wissenschaft zu Berlin 1864. S. 77. T. I. Fig. 7.

1866. Spirifera Moosakheilensis Davidson. Notes on the Carbonif. Brachiopoda collected by Capt. Godw. Austin in the Valley of Kashmere. Quarterl. Journ. Geol. Soc. 22. Bd. S. 41. T. II. Fig. 6.

1881. Spirifer timorensis Martin. In Martin: Die versteinerungsführenden Sedimente Timors. S. 41. T. 2, Fig. 7 und 8.

1884. Spirifer Musakheylensis Davids. in Waagen. Paläontologia indica. Ser. XIII. Vol. I. Productus limestone fossils. S. 512. T. 45.

1890. Spirifera Musakheylensis Davids. bei Foord Notes on the Palaeontology of Western Australia. Geol. Magaz. N. S. III. Vol. 7. S. 147. T. 7. Fig. 2. T. 5. Fig. 12.

1892. Spirifer fasciger Keys. in Schellwien die Fauna des carnischen Fusulinenkalkes. Paläontographica. 39 Bd. S. 42. T. 5. Fig. 2 und 3.

1892. Spirifer Musakheylensis Davids. in Rothpletz. Die Perm-, Trias- u. Juraformation auf Timor u. Rotti im indischen Archipel. Paläontographica 39. Bd. S. 79. T. IX. Fig. 1—2.

1897. Spirifer Musakheylensis Davids. in Diener Paläontologia Indica. Vol. I. Part 3. The Permocarb. Fauna of Chitichun I. S. 43. T. 6. Fig. 8.

1897. Spirifer Musakheylensis Dav. in Diener. Paläontol. Indica. Himálayan fossils. Vol. I. Part. 4. The Permian fossils of the Productus shales of Kumaon and Gurhwal. S. 35. T. 3. Fig. 3. 4. T. 4. Fig. 1a. b. 2. T. 5. Fig. 1.

1897. Spirifer sp. aff. fasciger Keys. in Diener ibid. S. 40. T. 5. Fig. 2. 3.

1899. Spirifer Musakheylensis Davids. in Diener Palaeontologia Indica, Himálayan foss. Vol. I. Part 2. Anthracolithic fossils of Kashmir and Spiti. S. 63. T. 5. Fig. 3—7. Ferner, die Anmerkung auf Seite 65.

1900. Spirifer fasciger Keys. in Schellwien, die Fauna der Trogkofelschichten in den karnischen Alpen u. den Karawanken. Abhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt. Bd. 16. Heft 1. S. 70. T. 10. Fig. 1—4.

1902. Spirifer fasciger Keys. in Tschernyschew. Die obercarbonischen Brachiopoden des Ural u. des Timan. Mém. d. Com. géol. Vol. XVI N⁰. 2. S. 136. S. 141. T. 38. Fig. 3—4. T. 49. Fig. 1.

1903. Spirifer fasciger Keys. in Diener Paläontologia Indica. Ser. XV. Vol. I. Part 5. Permian fossils of the Central Himalajans. S. 81.

1911. Spirifer fasciger Keys. in Diener, Paläontol. Indica N. S. Vol. III. Mem. 4. Anthracolithic foss. of the Shan States. S. 2. T. 1. Fig. 9.

1911. Spirifer fasciger Keys. bei O. Holtedahl, Eine Fauna der Moskau Stufe. Skrifter videnskapsel Kristiania 1. mat-naturv. Klasse. 1. Bd. N⁰. 10. S. 21. T. 2. Fig. 9.

1914. Spirifer fasciger Keys. bei G. Wiman, Ueber die Karbonbrachiopoden Spitzbergens und Beeren-Eilands. Nova Acta. Reg. Soc. Sci. Upsal. Ser. 4. Vol. 3. N⁰. 8. S. 41. T. 5. Fig. 6—16.

Der Abdruck einer unvollständig erhalten Dorsalklappe zeigt ganz ausgezeichnet die für diese weltweite Form so bezeichnend über die Schale hinwegziehenden Rippenbündel, die an verschiedene Stellen noch die characteristische „Hohlziegel-Skulptur" erkennen lassen.

Das Exemplar trägt als Fundort die Bezeichnung „vom Gipfel des Goenoeng Boernoewan." Letti.

? Spirifer sp. indet.

T. XXI. Fig. 3.

Bei einigen ziemlich grossen Steinkernen, Abdrücken der Innen-

seiten von Ventralklappen handelt es sich vielleicht um die Gattung Spirifer. Das best erhaltene Stück ist im Besitz ansehnlicher Flügel, so dass die Vermutung naheliegt, es handele sich um Spirifer fasciger Keyserl., der unter den Spiriferen von Timor im Besitze der grössten Flügel ist. Bei dem schlechten Zustande der Erhaltung, der lediglich den centralen Muskeleindruck, und Gefäss-Eindrücke und die Entwicklung eines Sinus erkennen lässt, halte ich es nicht für ratsam weitere Schlüsse zu ziehen,

Fundort: Südost-Böschung des Woearlawan II, Letti.

Spirifer Rajah Salter.

T. XXI. Fig. 11*a b*, 17*a—b*, 18.

1865. Spirifer Rajah Salter. Palaeontology of Niti in the Northern Himalaya S. 59 und 111.

1866. Spirifer Rajah Salter in Davidson: Notes on the Carbonif. Brachiopoda collected by Capt. Godw. Austin in the Valley of Kashmere. Quarterl. Journ. Geol. Soc. London. 22. Bd. S. 40. T. 2. Fig. 3.

1892. Spirifer interplicatus Rothpletz in Rothpletz: Die Perm, Trias und Jura Formation auf Timor und Rotti im indischen Archipel. Paläontographica 39. Bd. S. 78. T. 9. Fig. 6.

1899. Spirifer Rajah Salter in C. Diener: Anthracolithic fossils of Kashmir and Spiti. Paläontologia Indica ser. XV. Himálajan fossils Vol. I. pt. 2. S. 68. T. 4. Fig. 1—7. T. 5. Fig. 1.

1902. Spirifer Tasmaniensis Morris in Frech: Lethaea S. 589. T. 57. e. Fig. 2*a*.

1903. Spirifer Rajah Salter in Diener: Permian fossils of the Central Himalayas. Paläontologia India. Ser. XV. Himálayan fossils. Vol. I. P. 5. S. 105. T. 4. Fig. 3—5.

Lediglich das grosse Vergleichsmaterial aus Timor setzt mich in den Stand, die schlecht erhaltenen Stücke von Letti mit Spirifer Rajah Salter zu identificieren.

Es handelt sich um einige Bruchstücke, die noch grosse Reste von Schale besitzen und um ein verdrücktes Exemplar eines Steinkerns. Trotz der schlechten Erhaltung war aber bei fast allen

Stücken ein bezeichnendes Merkmal von Spirifer Rajah erkennbar nämlich die fadenförmige Rippe im Sinus.

Die Fundort ist am Südost-Abhang des Woearlawan II, Letti.

Spirifer (Reticularia) lineatus Martin.

T. XXI. Fig. 5. 6*a. b.* 12*a. b.*

1858. Spirifera lineata Martin bei DAVIDSON: British Carbonif. Brachiopoda. Pt. 5. 2. Teil Palaeontological Soc. S. 62. T. XIII. Fig. 1—3, Dort weitere Syn.

1862. Spirifera lineata Martin bei DAVIDSON in Some carbonif. Brachiop. coll. in India by FLEMING and POURDON. Quarterl. Journ. Geol. Soc. London. 13. Bd. S. 29. T. II. Fig. 3.

1865. Spirifer lineatus Martin bei BEYRICH. Ueber eine Kohlenkalk-Fauna von Timor. Abhandl. der k. Akad. d. Wissenschaft zu Berlin 1864. S. 76. T. I. Fig. 13.

1874—1882. Spirifera lineata Mart. and var. imbricata Sow in DAVIDSON a monograph of the British fossil Brachiopoda Vol. 4. Suppl. S. 275. T. 32. Fig. 6—11 und T. 34. Fig. 8 und 9.

1883. Reticularia lineata Martin bei WAAGEN. Palaeontologia Indica. Ser. XIII. Salt Range fossils I. Productus limestone fossils S. 540. T. 42. Fig. 6—8.

1883. Reticularia indica Waagen ibid. S. 542. T, 43. Fig. 6. T. 44. Fig. 2. Mit Textfig. 12.

1883. Spirifer lineatus Martin in E. KAYSER. Obercarb. Fauna von Lo-ping. RICHTHOFEN China 4 Bd. S. 174. T. XXII. Eig. 6. 7. ?8.

1892. Reticularia lineata Martin bei SCHELLWIEN in Fauna des karnischen Fusulinenkalkes I. Paläontographica 39. Bd. S. 38. T. III. Fig. 10—13.

1892. Reticularia lineata Martin bei ROTHPLETZ in: Die Perm-Trias- und Jura Formation auf Timor und Rotti im indischen Archipel. ibid. S. 81. T. IX. Fig. 8.

1895. Reticularia lineata Martin bei TORNQUIST. Das fossilführende Untercarbon am östl. Rossbergmassiv i. d. Südvogesen. Abhandl. z. Geol. Spezial-Karte von Elsass-Lothringen. Bd. V. Heft 4. S. 121. T. 15. Fig. 6 und 17.

1897. Reticularia lineata Martin bei Diener. Paläontologica Indica. Ser. 15. Himalayan Fossils. Vol. I. Part. 3. The Permocarbonif. Fauna of Chitichun N⁰. 1. S. 56. T. 9. Fig. 5. 6. 7. ?8. Dort. Synonime.

1898—99. Reticularia lineata Martin bei Gemmellaro: La Fauna dei Calcari con Fusulina della Valle del Fiume Sosio: Molluscoidea Fasc. 4. parte prima. S. 328. T. 34. Fig. 9 und 10. T. 46. Fig. 1—9.

cf. Reticularia affinis Gemmellaro. ibidem, T. 34. Fig. 5 und 8. T. 46. Fig. 10 und 11.

Reticularia inaequilateris. Gemmellaro ibid. S. 336. T. 35. Fig. 2—21. T. 46. Fig. 13.

1899. Reticularia Waageni v. Lóczy. Wissenschaftl. Ergebnisse der Reise des Grafen Béla Szécheny in Ostasien. 3. Bd. S. 110. T. 4. Fig. 1 und 2.

1902. Reticularia lineata Martin bei Tschernyschew: Die obercarb. Brachiop. des Ural und des Timan. Mém. d. Comité géol. Vol. XVI. S. 193. T. XX. Fig. 1 und 2.

1900. Reticularia Waageni Lóczy bei Arthaber über das Paläozoikum in Hocharmenien und Persien. S. 269. T. 20. Fig. 15. T. 21. Fig. 2. 3.

Reticularia indica Waagen ibid. S. 270. T. 20. Fig. 4 und 5.

1900. Spirifer lineatus Martin bei Schellwien: Die Fauna der Trogkofelschichten in den karnischen Alpen u. d. Karawanken. Abhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt. Bd. XVI. I. Heft. S. 83. T. XII. Fig. 8.

1903. Reticularia spec. lineata Martin bei Diener Paläontologia indica Ser. 15. Himalayan fossils. Vol. I. Part. 6. Permian fossils of the central Himalayas. S. 19.

1911. Reticularia cf. lineata Martin bei Diener. Paläontologia Indica N. Ser. Vol. III. 4. Anthracolithic foss. of the Shan States S. 6. T. 1. Fig. 2.

1911. Spirifer (Reticularia) Waageni Lóczy bei Frech in China v. Richthofen. 5 Bd. S. 141. T. 28. Fig. 2*a—e*.

1914. Reticularia lineata Martin bei Wiman. Ueber die Karbonbrachiopoden Spitzbergens und Beeren-Eilands. Nova acta Reg. Soc. Sci. Upsaliensis. Ser. 4. Vol. 3. N⁰. 8. S. 54.

Spirifer lineatus Martin, der in Timor einen der häufigeren Brachiopoden darstellt, liegt mir aus Letti auch in einigen Exemplaren vor. Es handelt sich dabei um mittelgrosse beziehungsweise kleinere Stücke, die teilweise ganz gut noch Spuren der concentrischen Skulptur erkennen lassen.

Ein Individuum, das an seinem Stirnwand beschädigt ist, zeigt aus seinen Zuwachsstreifen, dass ein seichter Sinus zur Ausbildung gelangte, ähnlich wie auf Timor kam also auch die Form mit Sinus neben der ohne einen solchen zur Entwicklung.

Ein kleines Stück zeigt die auch bei dem Material von Timor beobachtete Asymmetrie, welche Erscheinung GEMMELLARO zur Aufstellung seines Spirifer inaequilateris veranlasst hat.

Fundort: Südost-Abhang des Woearlawan II, Letti.

Martinia nucula Rothpl.

Tafel XXI. Fig. 1 *a—c*.

1892. Martinia nucula Rothpletz: Die Perm-Timor und Jura Formation auf Timor und Rotti im indischen Archipel. Paläontographica. 39. Bd. 1892. S. 80. T. IX. Fig. 3 und 7.

1897. Martinia nucula Rothpletz bei DIENER: The permocarbonif. Fauna of Chitichun N°. 1 Himalajan Fossils, Vol. I. Part. 3, Paläontologia Indica. S. 50. T. VIII. Fig. 5 und 6.

1901. Martinia nucula Rothpletz in Enderle. Ueber eine anthracol. Fauna von Balia Maden in Kleinasien. Beitrage zur Pal. und Geol. Oesterr. Ungarns und des Orients. Bd. XIII. S. 85. T. VIII. Fig. 1.

Das betreffende Stück hat noch grosse Teile der Schale namentlich auf der Dorsalklappe anhaften, indessen konnte ich die characteristische feine Punktierung, die übrigens auch an vollständig beschalten Stücken manchmal kaum erkennbar ist, nicht nachweisen. Das Exemplar hat etwas durch Druck gelitten, namentlich ist dadurch die Rückenschale in Mitleidenschaft gezogen und sehr stark an die Bauchklappe gepresst worden. Die Wölbungsverhältnisse der letzteren sind hingegen besonders in der Wirbelregion fast normale, das heisst die kräftige Wölbung tritt noch deutlich hervor;

der Wirbel überrägt die deutlich umgrenzte Area; die Stielöffnung ist breit dreiseitig.

Das Stück zeigt sehr schön jene Eigentümlichkeit von Martinia auf die SCHELLWIEN [1]) zuerst aufmerksam machte und die später TSCHERNYSCHEW [2]) bestätigte, dass nämlich das sogenannte „Median-septum" der Ventralklappe seine Entstehung „einer besonderen Dünne" der Schalensubstanz in der Mittelpartie verdanke. Diese Eigenschaft die natürlich besonders im Steinkern zum Ausdruck kommen muss, findet sich auch an unseren Individuen, wo gerade ein grosser Teil der Schalensubstanz der Ventralklappe verloren gegangen ist, und wo dieser Defekt an Schalenmasse als deutlich hervorstehenden schmaler, oberflächlich leicht abgeglatteten Kiel zum Ausdruck kommt.

Das Stück trägt als Fundortsbezeichnung Südost-Abhang des Woearlawan II, Letti.

Retzia (Hustedia) radialis Phill. (var. *grandicosta* Dav.).

T. XXI. Fig, 2*a—d* 16.

1836. Terebratula radialis Phillips. Illustr. of the Geol. of Yorkshire. Vol. II. S. 223. T. XII. Fig. 40. 41.

1862. Retzia radialis (Phill.) var. grandicosta Davidson in: „On some carbonif. Brachiopoda collected in India etc." Quarterl. Journ. geol. Soc. 18. Bd. S. 28. T. I. Fig. 5.

1882. Retzia compressa Meek bei E. KAYSER. Obercarb. Fauna von Lo-ping in v. RICHTHOFEN: China 4. S. 176. T. XXII. Fig. 1—4.

1884. Retzia radialis Phill. bei CH. D. WALCOTT. Palaeontology of the Eureka District. Monograph of the U. S. geol. Surv. Vol. VIII. S. 220. T. VIII. Fig. 5. 5*a—h*.

1884. Eumetria grandicosta Dav. WAAGEN in Salt Range fossils. Paläontolog. Indica ser. XIII. Vol. I. Productus Limestone fossils S. 491. T. 34. Fig. 6—12.

1) E. SCHELLWIEN. Die Fanna des carnischen Fusulinenkalkes Paläontographica 39. Bd. S. 39.

2) TH. TSCHERNYSCHEW. Die obercarb. Brachiopoden des Ural und Timan. Mém. Com. géol. Vol. XVI. N°. 2. 1902. S. 561.

1890. Retzia grandicosta Dav. bei NIKITIN: Dépôts carbonifères et puits artésiens dans la region de Moscou. Mém. Com. géol. Vol. V. N⁰. 5. S. 166. T. III. Fig. 9—11.

?1892. Retzia radialis Phill. in JACK und ETHERIDGE: The Geology and Paläontology of Queensland and New Guinea. S. 242. T. 11. Fig. 24 und 25.

1892. Retzia (Eumetria) grandicosta Dav. (Waagen) bei ROTHPLETZ. Die Perm, Trias und Juraformation auf Timor und Rotti. Paläontographica 39. Bd. S. 83. T. X. Fig. 11.

1894. Hustedia Mormoni Marcou bei HALL und CLARKE. Natural Hist. of New-York. Paläontology. VIII. 2. S. 120. T. 51. Fig. 1—9.

1898. Eumetria cfr. grandicosta Dav. bei LOCZY. Wissenschaftl. Ergebnisse der Reise des Grafen BELA SZÉCHENYI in Ostasien. III. Bd. 4. Abh. S. 95. T. II. Fig. 13.

1899. Eumetria cfr. grandicosta Dav. bei DIENER. Anthracolithic fossils of Kashmir and Spiti. Pal. Indica. Ser. XV. Himalajan fossils. Vol. I. P. 2. S. 54. T. 6. Fig. 10.

1900. Eumetria cfr. grandicosta Waagen bei ENDERLE. Ueber eine anthracolith. Fauna von Balia Maaden in Kleinasien. Beitr. zur Paläontolog. und Geol. Oesterreich-Ungarns und des Orients. XIII. S. 92.

1900. Retzia (Hustedia) cf. grandicosta (Dav.). Waagen bei SCHELLWIEN. Die Fauna der Trogkofelschichten in den karnischen Alpen u. d. Karawanken. Abhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt Bd. XVI. I. S. 91.

1901. Hustedia grandicosta Dav. in FLIEGEL. Ueber obercarbonische Faunen aus Ost- und Westasien Paläontographica. 48 Bd. S. 132.

1902. Retzia (Hustedia) grandicosta Dav. (= Retzia remota Eichw.) bei DIENER in Pal. Indica. Ser, XV. Vol. I. Part. 5. Permian foss. of the central Himalayas S. 24. T. II. Fig. 8—10.

1902. Hustedia remota Eichw. bei TSCHERNYSCHEW. Die obercarb. Brachiopoden des Ural und des Timan. Mém. d. Com. géol. Vol. XVI. 2. S. 107. T. 47. Fig. 8—11.

1911. Hustedia remota Eichw. (grandicosta Dav.) bei DIENER. Paläontolog. Indic. N. Ser. Vol. VI. N⁰. 4. Anthracolithic foss. of the Shan States S. 13. T. 5. Fig. 23.

1911. Retzia (Hustedia) grandicosta Dav. bei Frech in v. Richthofen „China". 5 Bd. S. 117. T. XVI. Fig. 7—8.

Ch. Walcott (Synonimliste 1884) hat gezeigt, dass die Zahl der Rippen bei Retzia (Hustedia) radialis Phill. zwischen 7 und 25 schwanken kann und er machte deshalb den Vorschlag die verschiedenen Varietäten — darunter auch die beiden Extreme Retzia Mormoni und Retzia radialis — einzuziehen. Ich bin deshalb gleichfalls geneigt bei der Fassung der Art mich dem Vorgehen Walcotts anzuschliessen.

Retzia radialis die in Timor mit zu den zahlreicheren Brachiopoden gehört, ist auch aus Letti verhältnissmässig häufig vertreten. Es handelt sich zwar durchweg um Steinkerne allein die einzelnen Merkmale der Form sind trotzdem gut kenntlich, wie die klaren scharf umschriebenen Rippen und die unter dem Schnabelloch befindliche Area.

Das kleine Medianseptum, welches nach Waagen bald entwickelt manchmal auch rudimentär sein kann, ist an 2 Stücken als kurzer scharfer Einschnitt kenntlich.

Die betreffenden (6) Stücke tragen als Fundortsbezeichnung: Südost-Abhang des Woearlawan II und 1/4 Km. westl. von Lahoelèlè am Fuss des Gebirges.

Familie Terebratulidae King.

Dielasma sp.

T. XXI. Fig. 14.

Das Stück ist seitlich stark gequetscht und ausserdem in der Schnabelregion beschädigt, so dass eine nähere Bestimmung nicht ratsam erscheint.

Es handelt sich um einen anscheinend schmäleren, schlankeren Vertreter der Gattung Dielasma.

Die ziemlich stark gewölbte Ventralklappe erreicht ihre grösste Breite ungefähr am Ende des oberen Drittels. In der unteren Schalenhälfte entwickelt sich ein sehr rasch verbreitender Sinus von

1) Waagen. Salt Range fossils l. c. S. 488.

ziemlicher Tiefe. Die für die Gattung bezeichnenden Zahnstützen, machen sich, da es sich um einen Steinkern handelt, als ziemlich kräftige von der beschädigten Schnabelregion ausgehende Einschnitte bemerkbar.

Auch die Dorsalklappe ist stark gewölbt in der Querrichtung, nach vorne gegen den Stirnrand hin verflacht sie ganz allmählich; ein mit Sinus der Ventralklappe correspondierender Wulst oder Kante ist nicht bemerkbar.

Anfangs war ich geneigt unseres Stück mit Dielasma plica Kutorga zu identificieren, von dem bei DIENER,[1] TSCHERNYSCHEW[2] und neuerdings auch bei WIMAN[3] gute Abbildungen vorliegen, allein DIENER erwähnt ausdrücklich die in der Dorsalklappe entwickelte mit Sinus der Bauchschale correspondirende Kante und nimmt dabei auf die Figuren bei TSCHERNYSCHEW Bezug.

Diese Kante ist aber, wie gesagt, an meinem Stück nicht zu sehen, sie müsste wenn sie entwickelt gewesen wäre, durch die seitliche Quetschung, welche das Stück erlitten hat, überdies noch stärker hervortreten; durch diesen Mangel erinnert es nun eher an Dielasma bovidens Morton,[4] bei der eine Erhöhung nicht in dem Masse entwickelt ist; auch unter den von GEINITZ[5] als Terebratula elongata abgebildeten Formen findet sich eine Fig. 14. T. XV. die in ihrem Umriss, dem Vorhandensein eines Sinus, und dem Mangel einer Kante auf der Dorsalklappe ziemlich dem Exemplare von Letti gleicht.

Fundort: Böschung des Woearlawan II, Letti.

1) C. DIENER, Permian fossils of the Central Himalajas. Palaeontol. Indica. Ser. XV. Himalayan fossils. Vol. I. Part 5. 1903. S. 44. T. II. Fig. 2.

2) TH. TSCHERNYSCHEW, Die obercarbonischen Brachiopoden des Ural und des Timan. Mém. du Com. géol. Vol. XVI. No. 2. 1902. S. 456. T. II. Fig. 3. 4. T. IV. Fig. 5—7.

3) C. WIMAN, Ueber die Karbonbrachiopoden Spitzbergens und Beeren-Eilands. Nov. Act. Reg. Soc. Sci. Upsaliensis. Ser. 4. Vol. 3. No. 8. 1914. S. 24. T. I. Fig. 1—8.

4) TSCHERNYSCHEW l. c. S. 455. T. 3. Fig. 3. T. 4. Fig. 4. ferner: HALL & CLARKE. Pal. of New York. Vol. VIII. Part 2. 1894. S. 295. T. 81. Fig. 29—35. R. KOZLOWSKI, Les Brachiopodes du Carbonifère sup. de Bolivie. Annales de Paléontologie T. IX. Fasc. 2. 1914. S. 88. T. 9. Fig. 61—65.

5) Siehe DYAS: Ueber die Zechsteinformation und das Rotliegende. Leipzig, 1861.

Notothyris sp.

T. XXI. Fig. 10 *a b*.

Den Steinkern einer Terebratulide stelle ich mit Vorbehalt zu dieser Gattung. Es handelt sich um ein stark verdrücktes Individuen einer anscheinend völlig glatten schlanken, oder nur mit einem sehr schwachen Sinus ausgestatteten Form. Der Wirbel der Ventralklappe ist von einer ansehnlichen runden Stielöffnung durchbohrt; Zahnstützen, die bei einem Steinkern deutlich als Einschnitte sich bemerkbar machen müssten, fehlen der Ventralklappe gänzlich, weshalb ich das Stück auch zu Notothyris stelle, für welche nach Waagen der Mangel von Zahnstützen ein bezeichnendes Merkmal ist.

In seinen Umrissen und Gestaltung erinnert der Steinkern an die aus Timor als Notothyris aff. mediterranea beschriebene Art.

Das Exemplar stammt vom Südost-Abhang des Woearlawan II, Letti.

	Untercarbon.	Ober-Carbon. Europa u. Asiatisches Russland. Stufe des Spirifer mosquensis.	Omphalotrochus Stufe.	Stufe des Productus cora.	Schwagerinen Stufe.	Spitzbergen etc.	Bolivia.	Zweifelhafter Horizont. Unt. Productuskalk der Salt Range.	Permocarbon. Anthracolithische Epoche. Dyas u. Perm. Artinsk Stufe etc.	Mittl. Productuskalk der Salt R. u. des Himalaya.	Ob. Productuskalk etc. des Salt Range u. des Himalaya.	China.	Guadalupian.	Trogkofelschichten etc. der Alpen.	Bellerophonkalk.	Sizilien.
Familie Productidae.																
Productus Cora d'Orb.[1]	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Productus spiralis Waagen	+	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. .	. .	+	+	+	s	s	s	. . . .	. .	s
Chonetes strophomenoides Waagen	. .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. .	. .	. . . . . .	. .	. . . .	+	+	. .	+	s	. .
Familie Spiriferidae.																
Spirifer fasciger Keyserling	. .	+	. . . .	+	+	+	. .	+	+	+	+	+	s	+	. .	. .
Spirifer Rajah Salter	. .	. . . .	. . . .	. . . .	s	. .	. .	. . . . . .	s	. . . .	+	. .	s	. . . .	. .	. .
? Spirifer sp.	. .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. .	. .	. . . . . .	. .	. . . .	. . . .	. .	. .	. . . .	. .	. .
Spirifer (Reticularia) lineatus Martin	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+
Martinia nucula Rothpl.	. .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. .	. .	. . . . . .	s	. . . .	+	. .	s	. . . .	. .	. .
Retzia (Hustedia) radialis Phill. (var. grandicosta Dav.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Familie Terebratulidae.																
Dielasma sp.	. .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. .	. .	. . . . . .	. .	. . . .	. . . .	. .	. .	. . . .	. .	. .
Notothyris sp.	. .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. .	. .	. . . . . .	. .	. . . .	. . . .	. .	. .	. . . .	. .	. .

1 Anmerkung + Zeichen für die ident gehaltenen; s für die verwandten Arten aus den betreffenden Ablagerungen.

SCHLUSS.

Die auf Letti durch Herrn Prof. MOLENGRAAFF aufgesammelte Brachiopodenfauna deren Beziehungen zu anderen Vorkommen aus beigegebener Tabelle ersichtlich ist, setzt sich also aus folgenden Arten zusammen, die sich auf die Familien der Productidae, Spiriferidae und Terebratulidae verteilen:

Productus Cora d'Orb.
Productus spiralis Waagen.
Chonetes strophomenoides Waagen.
Spirifer fasciger Keyserl.
Spirifer Rajah Salter.
? Spirifer sp.
Spirifer (Reticularia) lineatus Martin.
Martinia nucula Rothpl.
Retzia (Hustedia) radialis Phill. (var. grandicosta Davids.).
Dielasma sp.
Notothyris sp.

Leider ist ein grosser Teil der Brachiopoden des jüngeren Palaeozoikums für die Horizontierung belangslos, da denselben eine grosse vertikale Verbreitung zukommt. Das ist auch bei unserer Faunula der Fall, so sind vom Untercarbon an bis in das Perm hinein bereits festgestellt worden:

Productus Cora d'Orb.
Spirifer lineatus Martin.

Retzia radialis Phill. (var. grandicosta Davids.) zu denen der lange Zeit nur aus permischen bezw. permocarbonischen Ablagerungen bekannte Productus spiralis Waagen (auch im unteren

Productus Kalk nachgewiesen) kommt, den GRÖBER [1]) jüngst aus dem Untercarbon der Tian-shan beschrieben hat.

Von den übrigen Vertretern findet sich Spirifer fasciger Keyserl. bereits in der Stufe des Spirifer mosquensis des Obercarbons und Spirifer Rajah Salter hat in Spirifer lyra Kutorga [2]) aus dem Schwagerinenkalk einen nahen Verwandten muss also, abwohl er persönlich nur aus Permocarbonischen, Anthracolithischen und Permischen Sedimenten bekannt ist, streng genommen, ausgeschaltet worden.

Besser steht es mit Chonetes strophomenoides Waagen und Martinia nucula Rothpletz. Chonetes strophomenoides wurde seinerzeit von WAAGEN aus Material aus der Grenze zwischen mittleren und oberen Productuskalk begründet [3]), später glückte es SCHELLWIEN die Form aus der Palaeodyas der Trogkofelschichten der karnischen Alpen [4]) (Teufelschlucht bei Neumarkte) nachzuweisen und F. FRECH [5]) konnte unsere Art in der Mitteldyas von Nanking in China feststellen.

Die von ROTHPLETZ [6]) aus dem Perm Timors begründete Martinia nucula, ist seitdem nur aus dem Permocarbon von Chitichun N⁰. 1 [7]) und den anthracolithischen Ablagerungen von Balia Maden in Kleinasien [8]) bekannt geworden.

Abgesehen von dem 3 ungenügend charakterisierbaren Species baut sich auf Grund dieser Feststellungen die Brachiopodenfauna aus Letti aus folgenden Komponenten auf:

1) Aus einigen vom Untercarbon bis in das Perm hinein sich erstreckenden Formen (4).

---

1) P. GRÖBER, Carbon und Carbonfossilien des nördlichen und zentralen Tian-Schan. Abhand. d. k. b. Akad. der Wissenschaft. 1909. II. Kl. 24. Bd. 2. Abt. S. 377.

2) TSCHERNYSCHEW. Die obercarb. Brachiopoden des Ural und des Timan. Mém. d. Com. géol. Vol. XVI. No. 2. 1902. S. 539.

3) WAAGEN l. c. S. 629.

4) E. SCHELLWIEN, Fauna der Trogkofelschichten etc. Abhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt. Bd. XVI. S. 37.

5) FR. FRECH in Richthofen China V. Bd. 1911. S. 164.

6) l. c. Paläontographica. 39. Bd. etc. S. 80.

7) DIENER, The Permocarb. Fauna of Chitichun No. 1. l. c. S. 50.

8) ENDERLE, Ueber eine anthracolithische Fauna etc. Beiträge zur Pal. und Geol. Oesterr. Ungarns u. des Orients etc. XIII. 1901. S. 85.

2) Aus 2 sowohl obercarbonischen wie permischen Sedimenten gemeinsamen Arten, und

3) Aus 2 bisher nur aus den Perm bekannten Vertretern.

Wir werden deshalb nicht fehlgehen wenn wir an der Hand dieses Gesamt-resultates unserer Fauna ein permisches Alter zuerkennen. Freilich fehlen derselben die bezeichnenden Genera Richthofenia und Lyttonia, welche nun auch aus der grösseren Nachbarinsel Timor bekannt geworden sind, aber bei der relativ grossen Seltenheit dieser Gattungen innerhalb einer nach Tausenden von Individuen zählender Fauna wie dies in Timor der Fall ist, darf es nicht wunder nehmen, wenn wir hier, wo nur wenige Stücke jeder Art vorliegen, dieselben vermissen.

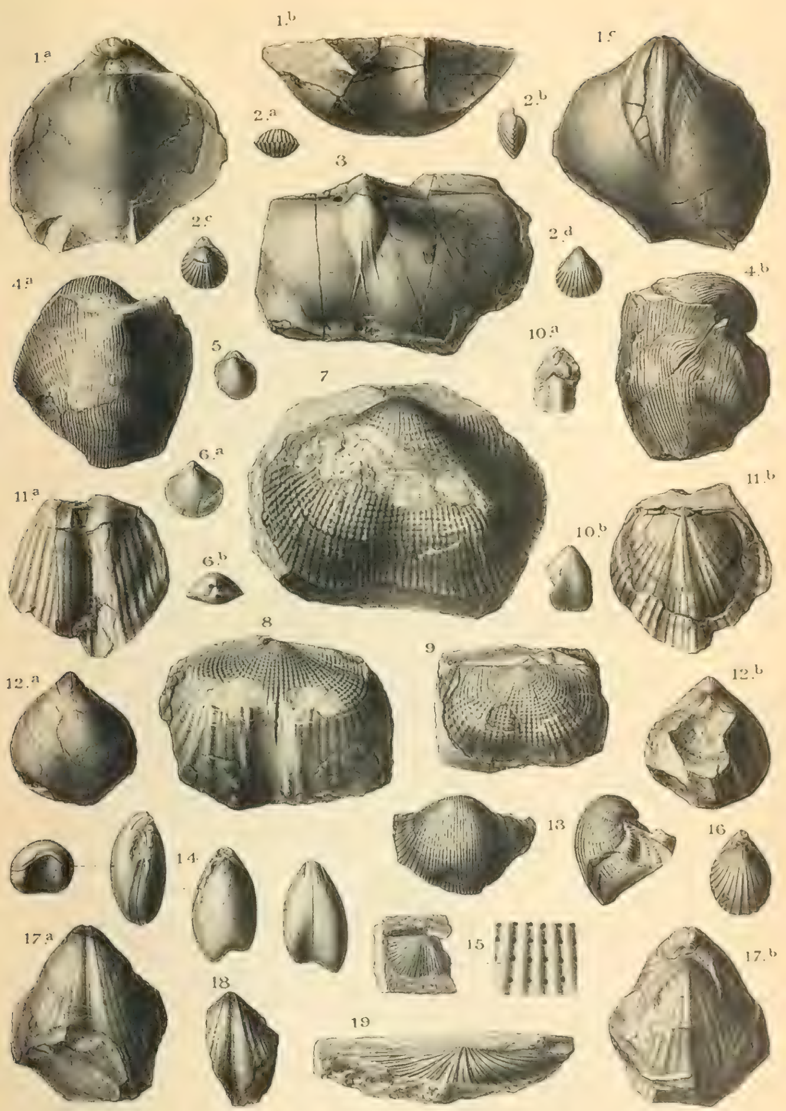
Dass Richthofenia und Lyttonia einstens auch neben vielen anderen Formen in die Fauna von Letti sich vertreten fanden, glaube ich nach der sonstigen Weiterverbreitung dieser Formen, als ziemlich sicher annehmen zu können.

Ob aber unsere Ablagerungen der Palaeo-Dyas oder der Neo-Dyas zuzuteilen sind, das zu entscheiden ist auf Grund dieser Brachiopoden, die im jüngen Paläozoikum für feinere Horizontirung unbrauchbar sind, ausgeschlossen. Wir müssen uns mit dem oben gegebenen Befunde begnügen, dass es sich um permische Ablagerungen handelt, erst mit Hilfe der übrigen Fauna — die mir unbekannt ist — wird es möglich ein weitere stratigraphische Unterscheidungen vorzunehmen. Jedenfalls verdanken wir aber den Entdeckungen auf Letti von Prof. MOLENGRAAFF eine weitere Etappe des permischen Thetys Meeres, die um so interessantes ist als die betreffende Ablagerung im Gegensatz zu der Entwicklung des Perms von Timor, soweit ich an der Hand des mir zur Untersuchung vorliegenden Material behaupten kann, eine andere fazielle Ausbildung besitzt.

TAFEL-ERKLÄRUNG.

Fig. 1 *a—c*. Martinia nucula Rothpl. Letti.
Fig. 2 *a—d*. Retzia (Hustedia) radialis Phill. (var. grandicosta Davids.) Letti.
Fig. 3. ? Spirifer sp. indet. Letti.
Fig. 4 *a—b*. Productus Cora d'Orb.
Fig. 5—6 *a—b*. Spirifer (Reticularia) lineatus Martin. Letti.
Fig. 7—9. Productus spiralis Waagen. Letti.
Fig. 10 *a—b*. Notothyris sp. Letti.
Fig. 11 *a—b*. Spirifer Rajah Salter. Letti.
Fig. 12 *a—b*. Spirifer lineatus Martin. Letti.
Fig. 13. Productus Cora Martin. Letti.
Fig. 14. Dielasma sp. Letti.
Fig. 15. Chonetes strophomenoides Waagen (Vergrösserung 8 × 1). Letti.
Fig. 16. Retzia (Hustedia) radialis Phill. (var. grandicosta Davids.) Letti.
Fig. 17—18. Spirifer Rajah Martin.
Fig. 19. Spirifer fasciger Keyserl. Letti.

Alle Figuren sind mit Ausnahme der Vergrösserung von Fig. 15 in natürlicher Grösse von Herrn A. Birkmaier gezeichnet.



Broili, Permische Brachiopoden von Letti.

MIKRO-KARREN OP MAGNESIET EN KALKSTEEN

DOOR

B. G. ESCHER.

VI. MIKRO-KARREN OP MAGNESIET EN KALKSTEEN.

1. MIKRO-KARREN OP MAGNESIET VAN DEN GOENOENG EMDERI, LETTI.

Door de Timor-Expeditie werden van den serpentijnberg Emderi op Letti een reeks brokken van magnesiet meegebracht. Op twee daarvan (Serie I, N⁰ 642 en 644) is een bijzonder scherpe oppervlaktesculptuur in fijne gootjes en kammen waar te nemen. Vooral N⁰ 644 vertoont een uiterst sierlijke ciseleering. De platen XXII en XXIII geven daarvan een goeden indruk.

Het zeer onregelmatig begrensde stuk bezit de volgende afmetingen: 14 × 11 × 8 cM, en is losgeslagen van de moederrots. Uit een beschouwing van het breukvlak blijkt, dat het stuk is samengesteld uit een groote hoeveelheid van spierwitte magnesietknollen, wier langste doorsneden 4 cM bereiken, waartusschen een bruine massa een systeem van onregelmatig verloopende, uiterst fijne spleetjes opvult.

In N⁰ 642 liggen kleine magnesietknollen, wier middellijn tot 1 cM gaat, in een bruine matrix, die hier de hoofdmassa van het gesteente uitmaakt.

De magnesiet is bij het ontledingsproces van den omgevenden serpentijn ontstaan. De bruine massa bevat naast kiezelzuur ook wel ijzer, waarschijnlijk in hydroxydvorm. door verweering van den serpentijn vrijgekomen.

Alle magnesietstukken van den Goenoeng Emderi bestaan uit een conglomeraat van magnesietknollen, waartusschen soms zeer weinig, soms veel bruine verweeringsaarde ligt.

Op N⁰ 644 (plaat XXII en XXIII) komen twee oppervlakte-vormen voor. Het hoofdrelief is onregelmatig bobbelig en wordt veroorzaakt door de primaire knolstructuur van de magnesietbrokken.

Op elk der door verweering uitgepreparcerde knollen is een fijne ciseleering, onafhankelijk van die op de andere knollen, ontstaan. De fijne gootjes vormen op elken knol een eigen systeem van lijnen, die nu eens min of meer radiaal verloopen, dan weer onregelmatiger gerangschikt zijn en aan hersenwindingen doen denken.

De breedte en diepte der gootjes is gewoonlijk minder dan een millimeter en de lengte wisselt met de grootte der enkelvoudige, primaire magnesietknollen; op het mooie, op plaat XXIII, rechts boven, voorgestelde heuveltje zijn zij aan de eene zijde 8 tot 10 mM, aan de andere 12 tot 15 mM lang. In het midden van fig. 2 op plaat XXII ziet men een nagenoeg recht, breeder gootje, dat naar links beneden verloopt, waardoor een knol in twee deelen verdeeld wordt. Beschouwing met de loep leert ons, dat op den bodem van dit breedere gootje een rechtlijnig haarspleetje verloopt. Op N° 644 zijn talrijke van deze rechtlijnig verloopende gootjes te zien, die in het diepste gedeelte steeds een haarspleetje vertoonen (zie plaat XXIII links boven).

De hier in het kort beschreven vormen zijn waarschijnlijk ontstaan door oplossing van magnesiet door het regenwater. Letti is relatief niet zeer vochtig voor een gebied in Nederlandsch Indië, maar toch kan men het klimaat aldaar niet droog noemen en in geen geval vergelijken met een woestijnklimaat. Hoe vreemd deze bewering hier moge klinken, zij is hier toch op haar plaats, daar een dergelijke, fijne sculptuur van soortgelijken vorm voor het eerst aan den rand van de Sahara op kalksteen werd waargenomen en als een gevolg van het woestijnklimaat werd beschreven. Men meende vroeger (lit. 1, bladz. 438), dat de met zand beladen wind de fijne, wormvormig verloopende gootjes uitgeschuurd had en, daar men dergelijke fijne oppervlakte-sculpturen nog niet van elders kende, meende men hierin een typisch woestijnverschijnsel te mogen zien.

Walther zelf (lit. 2, bladz. 124—126) is van dit denkbeeld teruggekomen en ziet in de „Rillensteine" nu oplossingsvormen, die volgens hem in den woestijn op kalkstukken *in* den bodem ontstaan zijn. Zelf heb ik soortgelijke oppervlakte-sculpturen uit Zwitserland beschreven van den voet van den Tödi in het kanton Glarus (Lit. 3). Daar vond ik op 2100 M hoogte dolomietscherven

die ik met de „Rillensteine” uit de woestijn vergeleek. Ik kon daaraan o. m. onderscheiden een *homogene etsing* en een *spleet-etsing*. Spleet-etsing ontstaat door capillaire opzuiging van water door haarspleetjes, hetzij van regenwater of van bodemvochtigheid. Homogene etsing noemde ik de sculptuur, ontstaan in schijnbaar homogeen gesteente, die uit wormvormig of radiaal verloopende, fijne gootjes en kammen, en putjes bestaat. Beide etsvormen kan men nu ook onderscheiden aan de magnesietbrokken van den Goenoeng Emderi. De spleet-etsing leverde de breedere, rechtlijnig verloopende gootjes, die sommige magnesietknollen in twee helften verdeelen; de homogene etsing leverde de fijne gootjes en kammen. Ook P. Kessler (lit. 4) heeft „Rillensteine” afgebeeld en beschreven, die niet in de woestijn ontstaan zijn, o. a. van *Spitsbergen*.

Daar het groote magnesietbrok van de moederrots afgeslagen is, heeft hierbij de oplossing waarschijnlijk door regenwater plaats gevonden. Men heeft dus hier met een verschijnsel te doen, dat in het klein hetzelfde vertoont, wat op kalksteen in het groot door de oplossende werking van water ontstaat. Inderdaad zijn op *Letti en Timor echte karrenvelden* gevonden, die op Timor zulke afmetingen aannemen, dat sommige bergtoppen onbeklimbaar zijn. De beste naam voor de fijne sculptuur op de magnesietbrokken schijnt mij dan ook *Mikro-Karren* [1]) te zijn.

Dat echter de zandwind in de woestijn wel degelijk erodeerend werkt, maar daarbij geheel andere vormen te voorschijn roept, volgt m. i. zeer duidelijk uit een in 1891 door Walther gepubliceerde fotografie (lit. 1, Tafel IV, fig. 2). Daarop is een stuk nummulitenkalk uit de *Galala-woestijn* afgebeeld. Aan de rechterkant vertoont het stuk horizontaal verloopende, kegelvormige zuiltjes, die elk door een nagenoeg vertikaal staanden nummuliet afgedekt zijn, aan de linkerkant meanderachtig verloopende gootjes. Walther meende in 1891, dat de zandwind de nummulieten op de zuiltjes uitgeprepareerd had en het aan de achterkant afrollende zand de meanderachtig verloopende gootjes te voorschijn geroepen had.

Dergelijke op zuiltjes uitgeprepareerde nummulieten zag ik in

1) Deze naam is het eerst gebruikt in dit werk op pag. 36.

Zürich, door Dr. Erb uit Egypte meegebracht. Hij verzekerde mij, dat bij deze kalksteenen, evenals bij de door Walther beschrevene, de zuiltjes steeds een horizontalen stand hadden. Dat is een prachtig voorbeeld van zandwinderosie. Het door Walther in 1891 afgebeelde stuk bezat waarschijnlijk vroeger, door etsing in den bodem, aan alle zijden wormachtig gebogen gootjes en putjes en werd later aan één zijde door den zandwind geërodeerd, waarbij aan die zijde de meandersculptuur verdween en de op zuiltjes geplaatste nummulieten te voorschijn kwamen. Een frappanter voorbeeld van de verschillende werking van zandwind en van de oplossing door water, in één handstuk vereenigd, ken ik niet. De figuren 108 en 109 in de nieuwe uitgave van het werk van Walther (lit. 2, bladz. 182—183) illustreeren eveneens mooie voorbeelden van zandwinderosie. Wat de zandwind overigens steeds doet, is een vernisachtige glans op alle door hem bewerkte kalksteenen te voorschijn roepen. Deze vernisachtige glans ontbreekt op etsvormen die niet met zandwind in aanraking kwamen.

In 1913 (lit. 3) maakte ik er opmerkzaam op, dat in een vochtig klimaat (Tödi) op moeilijk oplosbaar gesteente (dolomiet) soortgelijke vormen ontstaan als in een droog klimaat (Sahara) op gemakkelijk oplosbaar gesteente (kalksteen). Deze vergelijking wordt schijnbaar door de sindsdien door P. Kessler beschreven mikro-karren op kalksteen en de hier beschreven mikro-karren op magnesiet bevestigd.

Spitsbergen rangschik ik hier onder de droge klimaten, wat in dit geval natuurlijk niet verwisselt mag worden met arm aan neerslag. H. Philipp (lit. 5) schrijft o. a. een hoofdstuk over „Die Entwicklung der arktischen Wüste im zentralen Spitzbergen", waarin hij tot de slotsom komt, dat in Spitsbergen een woestijnachtig klimaat heerscht. De vochtige winden verliezen hun watergehalte aan de randzones van deze eilanden-groep, zoodat zij droog in het binnenland aankomen.

De door P. Kessler afgebeelde mikro-karren van Spitsbergen zijn van *Middle-Hoek* op *Nathorstland* afkomstig. Nu is merkwaardig, dat Salomon die eveneens op Middle-Hoek in 1910 „Rillensteine" vond (lit. 6, bladz. 307, noot 3) getroffen was door de groote droogte van deze streken en als één der bewijzen daarvoor vertelt Salomon ons, dat hij op de hellingen van Middle-Hoek mooie, door den wind

(bedoeld is natuurlijk zandwind) gebeeldhouwde steenen met typische „Rieselung" van het oppervlak vond, zooals hij die uit de Egyptische en Algerijnsche woestijnen kende. Dit is een voorbeeld, hoe men bij de destijds nog gebrekkige kennis der „Rillensteine" deze als een direct bewijs voor een erodeerende werking van den zandwind beschouwde en daarmede in sommige gevallen tevens als een indicatie van een woestijn-klimaat.

P. Kessler komt nu in zijn reeds geciteerd stuk met een lijnrecht hiertegenoverstaande uitlegging. Hij deelt mede (lit. 4, bladz. 414), dat de bodem waarop de „Rillensteine" van Middle-Hoek liggen, kleiachtig en bijna voortdurend vochtig is en vervolgt: „an Winderosion ist daher trotz der exponierten Lage der Stelle nicht zu denken." Hij is het immers met Walther en mij eens, dat *oplossing* de gootjes en putjes vormt en niet de zandwind. Maar hoe is nu in overeenstemming te brengen *droog klimaat op Spitsbergen* volgens Salomon en Philipp met *bijna steeds vochtigen bodem bij Middle-Hoek* volgens Kessler. Het wil mij toeschijnen, dat bij Kessler de wensch de vader van de gedachte was. Wel geloof ik gaarne, dat de bodem bij Middle-Hoek op zekere tijden, in den zomer, vochtig is, maar ik meen te mogen aannemen, dat Spitsbergen in het algemeen en ook Middle-Hoek, met de daar heerschende lage temperaturen, in vergelijking met het klimaat van Zwitserland en Letti, toch droog te noemen zijn.

Ten slotte moet ik nog even ingaan op een door F. E. Suess gemaakte vergelijking tusschen woestijn-„Rillensteine" en *tektieten*. F. E. Suess (lit. 7), die zich sedert tal van jaren bezig houdt met de bestudeering van eigenaardige, gebeeldhouwde glaslichamen, waartoe vooral de *Moldavieten*, *Billitonieten* en *Australieten* behooren, meent hierin meteorieten te mogen zien en wel *glasmeteorieten*.

De vraag, hoe de eigenaardige sculptuur der tektieten kan zijn ontstaan, is van bijzonder belang, indien wij ons herinneren, dat F. E. Suess juist hierin één der bewijzen van den kosmischen oorsprong dezer glaslichamen ziet. Het heeft niet ontbroken aan stemmen, die verklaarden dat aan de sculptuur der tektieten een oplossingsverschijnsel ten grondslag ligt; F. E. Suess heeft de over dit vraagstuk verschenen literatuur onlangs samengevat (lit. 8, bladz.

61—81) en heeft nu in zooverre zijn meening gewijzigd, dat hij nu wel een zekere rol toeschrijft aan de etsende werking van oplossingen. Toch acht hij het noch steeds waarschijnlijk, dat deze glaslichamen bij hun val door onze atmosfeer oppervlakkig smolten, in draaiende beweging verkeerden en de lucht de taaivloeibare glasmassa goot- en putjes-vormig uitholde. De op veel tektieten voorkomende, radiale oppervlakte-sculptuur vergelijkt hij met de door Abel (lit. 9) beschreven vlakke „Rillensteine", die aan beide zijden een stervormige teekening vertoonen. Abel meent, dat deze bijzondere soort van teekening op door den storm voortgerolde schijfvormige kalksteenen ontstond door den daartegen aan blazenden zandwind, en F. E. Suess kan zich deze symmetrische, stervormige teekening op beide zijden van een plat stuk kalksteen niet anders ontstaan denken, dan door zandwind-erosie en vindt, dat de door Kessler en mij afgebeelde „Rillensteine" niet erg gelijken op die, welke Abel in woord en beeld bracht. Echter vertoonen nu de hier afgebeelde mikro-karren op magnesiet vormen, die misschien wel in staat zijn om de meening van F. E. Suess te veranderen. Het op plaat XXIII, rechts boven, afgebeelde gedeelte is reeds eenigszins stervormig en zou het m. i. zeker zijn, indien de magnesietknol oorspronkelijk een bolvorm gehad had in plaats van een ellipsoïdischen vorm. Wanneer regenwater op een oplosbaar en aan de bovenzijde bol- of kegelvormig gesteente-oppervlak valt, zullen de karren of mikro-karren stervormig verloopen en wanneer men met Walther een etsende werking door opstijgende oplossingen in den woestijnbodem aanneemt, is voor het ontstaan van een dergelijke etsfiguur aan de onderzijde noodzakelijk, dat het oppervlak daar een soortgelijke gedaante heeft. Een eenmalige wenteling is dan voldoende om aan beide zijden van een woestijn-„Rillenstein" de stersculptuur te voorschijn te roepen. En tegen een zoodanige wenteling heeft F. E. Suess geen bezwaar (lit. 8, bladz. 66—67).



Fig. 1.

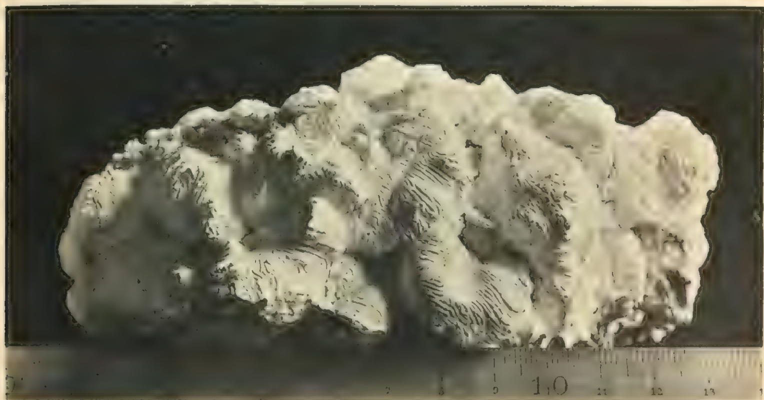


Fig. 2.

Escher, Mikro-karren op magnesiet van Letti.



ESCHER, Mikro-karren op magnesiet van Letti.

2. MIKRO-KARREN OP KALKSTEEN VAN HET BLOKVELD TUSSCHEN JAVANOEA EN MANOEPOERA, LETTI.

Wat hiervoor over mikro-karren op magnesiet medegedeeld werd, zou ons kunnen versterken in de meening, dat een door mij aangeduide hypothese (lit. 3, bladz. 6) een zeker recht van bestaan zou hebben. Deze hypothese zou als volgt geformuleerd kunnen worden:

> Mikro-karren ontstaan in een nat klimaat op moeilijk oplosbaar gesteente (dolomiet, magnesiet), in een droog klimaat op gemakkelijker oplosbaar gesteente (kalksteen). Makro-karren ontstaan in een nat klimaat op gemakkelijk oplosbaar gesteente.

Zoowel de door KESSLER beschreven mikro-karren van Spitsbergen op kalksteen als de hiervoor beschreven mikro-karren van den Goenoeng Emderi op magnesiet, schenen mij aan deze hypothese een vasteren ondergrond te verschaffen. Prof. MOLENGRAAFF toonde mij echter uit zijn rijke Timor-collectie een stuk *kalksteen*, dat met bijzonder fraaie mikro-karren versierd is. Ten overvloede werd de zoutzuurproef nog toegepast, en met het sterke en aanhoudende opschuimen van den zoutzuurdruppel vervluchtigde zich mijn werkhypothese zienderwijze.

De zaak zelf heeft daardoor zeker niet aan belangrijkheid ingeboet, en de verklaring der eigenaardige fijne oppervlakte-sculpturen moet ons nog langer bezighouden.

Op plaat XXIV is het bewuste stuk kalksteen met mikro-karren afgebeeld en plaat XXV vertoont twee gedeelten daarvan op grootere schaal. Het bijbehoorende etiket vermeld:

Serie I, N⁰ 967, kalksteen.

> Fatoe-kalksteen? Boven-Trias? Blokveld in nek tusschen Javanoea en Manoepoera. Letti.

De oppervlakte-sculptuur wordt ook hier door twee vormen beheerscht: *spleet-etsing* en *homogeene etsing*.

Door *spleet-etsing* werden tot 4 mM diepe gootjes gevormd, waarvan de wanden gewoonlijk homogeene etsing vertoonen. Op den bodem der spleetjes verschijnt op verschillende plaatsen een uitstekend lijstje van secundaire kalkspaat-opvulling. Deze witte, fijn

kristallijne kalkspaat is klaarblijkelijk iets resistenter ten opzichte van de oplossende werking dan het grijs gekleurde gesteente. Spleetopvullingen van eenige mM dikte vertoonen op het gangopvullingsvlak evenals de rest van het gesteente *homogeene etsing*. Deze laatste etsvorm is op dit stuk kalksteen bijzonder fijn. De diepte en breedte der gootjes is hier nog geringer dan op de magnesietbrokken, soms minder dan $^1/_2$ mM. Een komvormige holte in het handstuk (plaat XXIV, links boven en plaat XXV, fig. 1) is versierd met onregelmatig verloopende kammen, die kleine putjes insluiten. Een soortgelijke sculptuur komt ook voor op het in plaat XXIV onduidelijk voorgestelde bovenste gedeelte, rechts van de holte. Daarentegen verloopen de gootjes op de rest van het handstuk alle min of meer evenwijdig. De achterzijde van het stuk kalksteen wordt door een versch breukvlak gevormd. Het geheel maakt den indruk, dat het stuk zóó „in situ" gevonden werd, dat het bovenste gedeelte in de afbeelding ongeveer horizontaal gelegen was, de rest naar één zijde helde. De homogeene etsing verschijnt hier in twee vormen: als „schwammige Auslaugung" (lit. 10) op het ongeveer horizontaal gelegen en concave gedeelte en als „Kannelierung" in de richting van de oorspronkelijke helling op de rest van het gesteente. Maar beide vormen zijn hier in een mikro-uitgave voorhanden.

Willen wij een nieuwe verklaring voor het ontstaan van de mikro-karren sculptuur zoeken, dan dienen wij er rekening mede te houden, dat deze op kalksteen zoowel in een relatief droog als in een betrekkelijk vochtig klimaat gevonden werden. Ik wees destijds (lit. 3, bladz. 6) nog op een klimatologische eigenaardigheid, die misschien van invloed zou kunnen zijn op de vorming van mikrokarren en „Rillensteine": krachtige bestraling door de zon en een veelvuldig voorkomen van een plotselingen omslag van sterke verhitting in groote afkoeling. Ik zou dat nu anders willen formuleeren:

Krachtige bestraling door de zon en na bevochtiging door regen een spoedig weer opdrogen.

Dit kan zoowel plaats vinden in de woestijn, als in de Alpen, of in den Timor-Archipel. Waarom dan echter onder diezelfde klimatologische omstandigheden ook makro-karren kunnen ontstaan zonder



ESCHER, Mikro-karren op kalksteen van Letti.

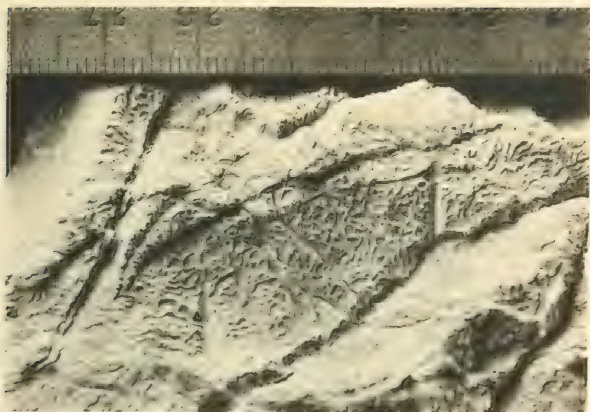


Fig. 1.

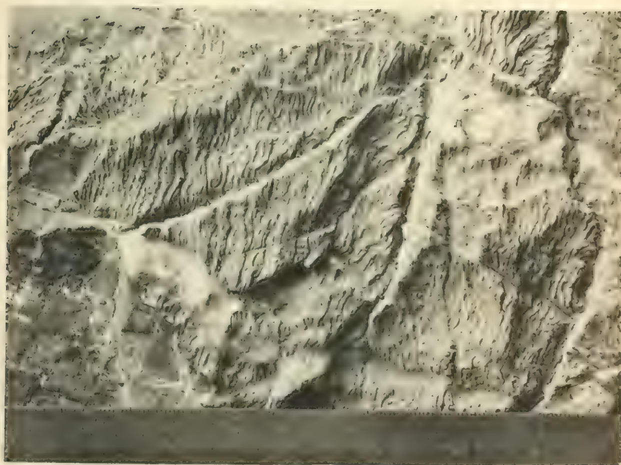


Fig. 2.

ESCHER, Mikro-karren op kalksteen van Letti.

oppervlakte-sculptuur van mikro-karren, hangt misschien af van de hoeveelheid water, die etsend kan werken en deze zelf van twee oorzaken: 1e sneeuwval in de Alpen en 2e een uitgebreid kalkrotsgebied, dat betrekkelijk veel water opvangt.

Typische karrenvelden worden in de Alpen slechts op groote hoogten (± 2000 M) gevonden, waar sneeuw gedurende het grootste gedeelte van het jaar blijft liggen, zoodat gedurende langen tijd (een gedeelte van voorjaar en zomer) het smeltwater den ondergrond (hier kalkrots) nat houdt. Groote kalkrotsmassa's vangen zooveel water op, dat aanvankelijk over de oppervlakte moet afvloeien, dat hier oplossing op groote schaal kan plaats vinden en langer duurt, dan de neerslag aanhoudt. De laatste verklaring zou kunnen worden gebruikt voor de tropische karrenvelden.

Er blijft dan voor makro-karren nog een vraag te beantwoorden:

Komen er dan ook karrenvelden voor in de woestijn?

Vroeger, toen alle vormen in de woestijn met behulp der winderosie verklaard werden, zou men een dergelijke vraag belachelijk gevonden hebben. Tegenwoordig is men echter van zulke eenzijdige opvattingen terug gekomen. J. Walther geeft zelfs een afbeelding van makro-karren in de Sinaïwoestijn (lit. 2, fig. 8, bladz. 24). Het is nu ook de vraag of Jean Brunhes (lit. 11) niet te eenzijdig was in zijn opvattingen omtrent de uitwerking van met zand beladen wervelwinden in de woestijn. Hij gaf twee afbeeldingen van een *kalksteen* uit de Nubische woestijn met cylindrische gaten, die door zandvoerende wervelwinden uitgekolkt zouden zijn. Zijn eenigste bewijs dat door zandwind hier mechanische erosie verricht werd, luidt als volgt (lit. 11, bladz. 138):

„il faut reconnaître d'abord que l'agent producteur est le vent: il ne saurait y avoir de doute sur ce point, car toutes les parois intérieures et extérieures ont ce poli luisant qui caractérise l'usure par le sable sec, c'est-à-dire l'usure éolienne des régions désertiques".

De vernisachtige glans zal zeker wel het gevolg van een bewerking door zandwind zijn, maar daarom is het nog volstrekt niet gezegd, dat zandwind de gaten geheel uitkolkte. Men denke slechts aan de „Rillensteine", die volgens de tegenwoordige opvatting van

WALTHER, KESSLER en mij door etsing hun sculptuur verkregen en door zandwind hun vernisachtige glans. Is het toeval, dat deze cylindrische gaten in kalksteen voorkomen? Heeft de betrekkelijk gemakkelijke oplosbaarheid van kalksteen hiermede hoegenaamd niets te maken? Het komt mij voor, dat J. BRUNHES, die ons de oogen geopend heeft voor de krachtige werking van de *„érosion tourbillonnaire"* in met zand beladen water, te veel alles door mechanische erosie wil verklaren. Waar wij gezien hebben, dat weinig water reeds duidelijke oplossingsvormen te voorschijn roept, daar zal toch zeker ook veel water sterk chemisch aangrijpen.

Kolkgaten in kalksteen mogen den onmiskenbaren indruk maken van door wervelbeweging te zijn ontstaan, wij mogen niet uit het oog verliezen, dat waar hier het materiaal mechanisch vergruisd werd, het tevens chemisch gemakkelijker kon worden aangegrepen.

Keeren wij tot de mikro-karren en aanverwante oppervlaktesculpturen terug. De hierboven genoemde klimatologische eigenaardigheid, die voor het ontstaan van mikro-karren in de Alpen, in de woestijn en in den Timor Archipel voorhanden is, is naar het mij voorkomt niet de conditio sine qua non voor het ontstaan van mikro-karren in het algemeen. Deze klimatologische eigenaardigheid is zelf de oorzaak voor het ontstaan van een *intermiteerend werkende etsing van korten duur*, van een oplossende werking die dikwijls onderbroken wordt en steeds kort duurt.

Voorloopig schijnt mij dat het agens te zijn waardoor mikro-karren sculptuur ontstaat.

Zonder het feit, dat sommige carbonaten gemakkelijker oplosbaar zijn dan andere, geheel uit het oog te verliezen, wil ik bij volgende studies over het mikro-karren oppervlak voorloopig onderzoeken of het verschijnsel der *intermittcerende etsing van korte periode* een houdbare hypothese voor de verklaring van het ontstaan van dergelijke fijn gebeeldhouwde oppervlakken blijkt te zijn.

LIJST DER GECITEERDE LITERATUUR.

1 JOH. WALTHER, *Die Denudation in der Wüste*, Abhandl. d. Königl. Sächs. Gesellsch. d. Wissenschaften zu Leipzig. Math. Phys. Classe Bd. XVI N° 3, pp. 345—570, 1891.

2 JOH. WALTHER, *Das Gesetz der Wüstenbildung in Gegenwart und Vorzeit*, II. Aufl. 1912.

3 B. G. ESCHER, *Ueber die Entstehung des Reliefs auf den sogenannten Rillensteinen*, Geolog. Rundschau, Bd. IV, Heft 1, pp. 1—7, 1913.

4 P. KESSLER, *Einige Wüstenerscheinungen aus nicht aridem Klima*, Geolog. Rundschau, Bd. IV, Heft 7, pp. 413—423.

5 H. PHILIPP, *Geologische Beobachtungen in Spitzbergen*, Ergänzungsheft N° 179 zu Petermanns Mitteilungen, 1914.

6 W. SALOMON, *Die Spitzbergenfahrt des Internationalen Geologischen Kongresses*, Geolog. Rundschau, Bd. I, Heft 6, pp. 302—309.

7 F. E. SUESS, *Die Herkunft der Moldavite und verwandter Gläser*, Jahrb. der K.K. Geolog. Reichsanstalt, Wien, 1900, Bd. 50, Heft 2, pp. 193—382. Zie vooral pp. 341—362.

8 F. E. SUESS, *Rückschau und Neueres über die Tektitfrage*, Mitt. der Geolog. Gesellsch. in Wien, VII. Bd. Heft 1 u. 2, pp. 51—121, 1914.

9 O. ABEL, *Ueber sternförmige Erosionsskulpturen auf Wüstengesteinen*, Jahrb. der K.K. Geolog. Reichsanstalt, Wien, Bd. LI, 1901.

10 P. ARBENZ, *Die Karrenbildungen*, Deutsche Alpenzeitung, 1909.

11 J. BRUNHES, *Érosion tourbillonnaire éolienne, Contribution à l'étude de la morphologie désertique.* Mem. d. Pontificia Accad. Romana dei Nuovi Lincei. XXI. 1903. pp. 129—148 en Tav. III, IV.

'S GRAVENHAGE, Juni 1915.

ERRATA.

pag.	18	regel	11	staat	Horstedia,	moet	zijn	Hustedia.
»	29	»	31	»	schisteuze grondmassa,	»	»	schisteus cement.
»	46	»	22	»	Lehoelèlè,	»	»	Lahoelèlè.
»	147	»	21	»	ANGIETANDESIETEN.	»	»	AUGIETANDESIETEN.
»	200	»	16	»	Waagen,	»	»	WAAGEN[1]).
»	206	»	26	»	Thetys	»	»	Tethys.

REGISTER.

REGISTER.

